

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено:

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРІМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інструментальні системи та
технології формоутворення деталей»**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Фреза збірна для оброблення профілю з полівінілхлориду»

Виконав (-ла):

студент IV курсу, групи МІ-61-1

Дерксен Віктор Максимович _____

Керівник:

К.т.н

Джулій Дмитро Юрійович _____

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП МІ61. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	83	
3	A1	ДП МІ61. 01.000 ТК		1	
4	A1	ДП МІ61. 02.000 ТК		1	
5	A1	ДП МІ61. 03.000 ТК		1	
6	A1	ДП МІ61. 04.000 ТК		1	
7	A1	ДП МІ61. 05.000 ТК		1	
8	A1	ДП МІ61. 06.000 ТК		1	
9	A4	ДП МІ61. 07.000 ВМ		1	

				ДП МІ61. 07.000 ВМ		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Розробн.	Дерксен В.М.				1	1
Керівн.	Джулій Д.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. КМ Гр. МІ-61-1	
Консульт.						
Н/контр.						
Зав.каф.	Охріменко О.А.					

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Фреза збірна для оброблення профілю з полівінілхлориду»

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи та технології формоутворення деталей»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРИМЕНКО

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Дерксен Віктор Максимович

1. Тема проєкту «Фреза збірна для оброблення профілю полівінілхлориду», керівник проєкту Джулій Дмитро Юрійович к.т.н, затверджені наказом по університету від «20» травня 2020 р. №1120-с
2. Термін подання студентом проєкту _____
3. Вихідні дані до проєкту: Профіль полівінілхлориду, конструкція збірна, різальні елементи твердосплавні.
4. Зміст пояснювальної записки: Аналіз оброблюваного профілю полівінілхлориду, аналіз різального інструменту для оброблення заданого профілю та синтез власної конструкції, розроблення складального креслення та робочого креслення корпусу фрези, 3Д модель фрези, проєктування технологічного процесу виготовлення корпусу фрези, розрахунок клину та сили затиску при установці фрези, проєктування технологічної операції оброблення корпусу фрези на токарному верстаті з ЧПК.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Аналіз оброблюваного профілю та синтез конструкції збірної фрези для оброблення зварного шва, складальне креслення фрези, робоче креслення корпусу фрези, 3Д модель фрези,

зображення 4-х технологічних операцій виготовлення корпусу фрези, розрахунок клину та сили затиску фрези, складальне креслення та 3Д модель пристосування, створення керуючої програми для виготовлення корпусу фрези на токарному верстаті з ЧПК.

6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналіз оброблюваного профілю полівінілхлориду.	13.04.2020	
2	Аналіз різального інструменту для оброблення заданого профілю та синтез власної конструкції.	20.04.2020	
3	Розроблення складального креслення та робочого креслення корпусу фрези, 3Д модель фрези.	27.04.2020	
4	Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу фрези.	4.05.2020	
5	Розрахунок клину та сили затиску при установці фрези.	11.05.2020	
6	Удосконалення технологічного пристосування для виготовлення корпусу фрези. Розроблення 3Д моделі та складального креслення.	18.05.2020	
7	Проектування технологічної операції оброблення корпусу фрези на токарному верстаті з ЧПК.	25.05.2020	
8	Оформлення записки.	1.06.2020	

Студент

Віктор ДЕРКСЕН

Керівник

Дмитро ДЖУЛІЙ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Олександр ОХРИМЕНКО

"__" ____ "20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Фреза збірна для оброблення профілю з полівінілхлориду
Зміст проєкту	Розроблення конструкції збірної фрези для оброблення зварного шва на полівінілхлоридному профілі.
Технічні умови до проекту	1) Оброблюваний матеріал - Полівінілхлорид. 2) Фреза складається з 4-х різальних дисків. 3) Матеріал різальної частини – швидкорізальна сталь Р6М5. 4) Матеріал корпусу – Сталь 40Х. 5) Встановлення фрези – на оправці. 6) Без подачі МОТС.
Особливі вимоги	-

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ	
СП	Аналіз оброблюваного профілю. Синтез конструкції фрези. Аналіз методів кріплення пластин.	
ОП	Складальне креслення фрези. 3Д модель фрези. Робоче креслення корпусу фрези.	
ТС	Ескізи технологічних операцій, карти наладок, токарна, фрезерні та шліфувальна операції.	
КС	Технологічне пристосування для фрезерної операції при виготовленні корпусу фрези.	
СС	Проектування технологічної операції оброблення на токарному верстаті з ЧПК.	
ДС	Визначення сил затиску гайки на фрезі та клину.	
Студент Дерксен В.М. Керівник Джулій Д.Ю. _____		дата "___" ____ "20__ р дата "___" ____ "20__ р
Прийняті позначення: СП – стан питання ОП – об'єкт проектування ТС – технологічна складова		КС – конструкторська складова СС – спеціальна складова ДС – дослідницька складова

Анотація

Ціллю даного дипломного проекту було розроблення фрези збірної для оброблення зварного шва профілю з полівінілхлориду.

Для оброблення вказаного профілю можна використати кінцеві, фасонні та збірні фрези. Збірні фрези дають можливість оброблювати поверхні з нерівномірною поверхнею. Вони досить уніфіковані для підприємства.

Збірні фрези складаються з конструкційних сталей – саме тіло фрези, різців з твердого сплаву чи швидкорізальних сталей. Кріплення буває механічне – гвинтами і установчими пазами які створюють жорсткість конструкції і краще базування або напаяне з тими ж пазами.

Для виконання завдання потрібно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз матеріалу полівінілхлориду.
2. Аналіз профілю оброблюваної поверхні.
3. Синтез конструкції інструменту яким можна обробити задану поверхню
4. Аналіз конструкції інструменту та виконати проектування збірної фрези для оброблення зварних швів на полівінілхлоридних профілях.
5. Спроекувати технологічний процес виготовлення корпусу фрези.
6. Розробити пристосування для фрезерної операції виготовлення корпусу фрези.

Ключові слова: фреза збірна, полівінілхлорид, корпус фрези, механічне кріплення пластин, технологічний процес.

Summary

The purpose of this diploma project was to develop a prefabricated cutter for processing the weld profile of polyvinyl chloride.

End, shaped and prefabricated cutters can be used to process the profile. Prefabricated cutters make it possible to process surfaces with an uneven surface. They are quite uniform for the company.

Prefabricated cutters consist of structural steels - the body of the cutter, hard alloy cutters or high-speed steels. Fastening happens mechanical - screws and adjusting grooves which create rigidity of a design and the best base or soldered with the same grooves.

To perform the task you need to solve the following tasks:

1. Analyze the material of polyvinyl chloride.
2. Analysis of surface treatment.
3. The choice of tool design with which you can process a given surface
4. Analyze the design of the tool and perform the design of a prefabricated cutter for processing welds on PVC profiles.
5. Design the technological process of manufacturing the body of the cutter.
6. Develop a device for milling operation.

Key words: prefabricated cutter, polyvinyl chloride, cutter body, mechanical fastening of plates, technological process.

Зміст

Вступ	12
1. Аналіз профілю полівінілхлориду. Синтез конструкції фрези для оброблення зварного шва	13
1.1 Аналіз оброблюваного профілю	13
1.2 Аналіз оброблюваного профілю	13
1.3 Оброблюваний матеріал	14
1.4 Аналіз інструменту для оброблення заданого профілю	16
1.5 Огляд інструменту для оброблення профілю полівінілхлориду	17
1.6 Кількість зубів фрези	19
1.7 Способи кріплення пластин.	20
2 Розроблення конструкції фрези збірної для оброблення зварного шва профілю полівінілхлориду	24
2.1 Розроблення конструкції фрези	25
2.2 Вибір основних параметрів фрези	30
2.3 Середній діаметр гвинта	33
2.4 Моделювання простих елементів.	33
3. Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу фрези	38
3.1. Вибір заготовки	38
3.2 Розрахунок припуску при механічній обробці	44
3.3 Розрахунок режиму різання	45
4 Розрахунки сил затиску гайки на оправці	49
5 Конструкторський розділ	51
5.1 Розробка кріплення оправки без патрона.	52
5.2 Розрахунок сили затиску	54

6	Проектування технологічної операції корпусу фрези на токарному верстаті з чпк	55
	Висновки	61
	Список використаної літератури	62
	Додатки	64

Вступ

Для оброблення зварного шва полівінілхлоридних профілів виконуються їх фрезерне оброблення. Профіль полівінілхлориду використовується у створенні вікон, дверей в сучасному світі. Притому ПВХ (скорочено полівініл хлорид) крім машинобудування використовується в створенні платівок. Для цього можуть використовуватись фрези різних типів та конструкцій. Найбільш ефективно обробляти задану поверхню збірними фрезами з механічним кріпленням пластин, бо це пришвидшить поновлення різальної кромки фрези через зміну пластин, а не через переточування. До того ж можна використовувати різні типи пластин як твердих сплавів так і швидкорізальних.

Для виконання поставленої задачі необхідно розробити конструкцію збірної фрези, підібрати матеріали, розробити технологію виготовлення за технічним завданням.

Фреза – інструмент з одним або декількома ріжучими лезами (зубами) для фрезерування. Матеріал різальної частини – швидкорізальна сталь, твердий сплав, мінералокераміка, металокераміка або надтвердий матеріал.. Фрези використовують для видалення матеріалу на жорстко закріпленій заготовці.

1. АНАЛІЗ ПРОФІЛЮ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ. СИНТЕЗ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ЗВАРНОГО ШВА

1.1 Аналіз оброблюваного профілю

Зважаючи на широке розповсюдження пластикових вікон та інших деталей з полівінілхлориду оброблення таких деталей є актуальною задачею (рис. 1.1). Після зварювання профілю, наприклад при виготовленні віконної рами, утворюється зварний шов, який на лицевій частині видаляється спеціальним гострим інструментом, а з бокової сторони цей шов необхідно обробити за допомогою фрези на спеціальному обладнанні.

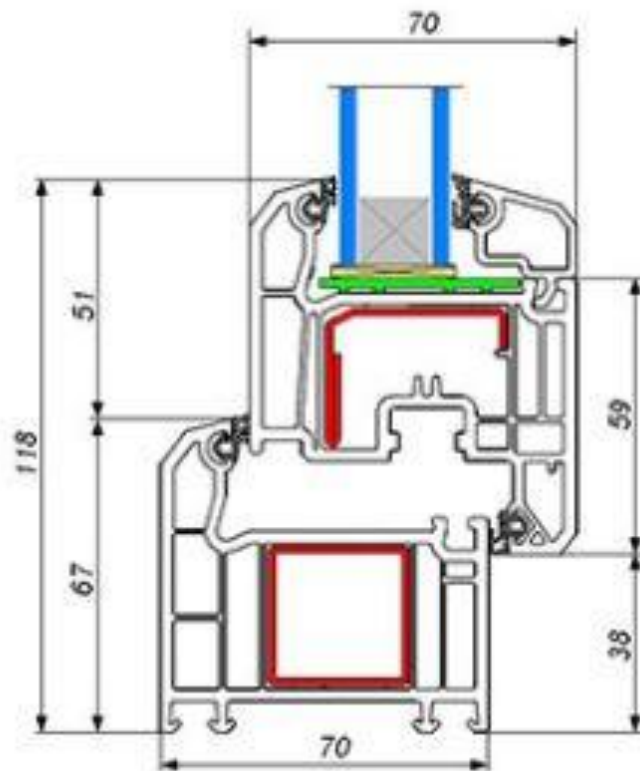


Рисунок 1.1 – Приклад віконного профілю з ПВХ [1]

1.2 Аналіз оброблюваного профілю

Оскільки з'єднання деталей профілю полівінілхлориду відбувається під кутом 45° зварюванням і подальшим утворенням зварного шва, який потрібно видалити по профілю зображеному на рисунку 1.2. То завдання проекту є розроблення збірної фрези для оброблення вказаного елемента зварного шва.

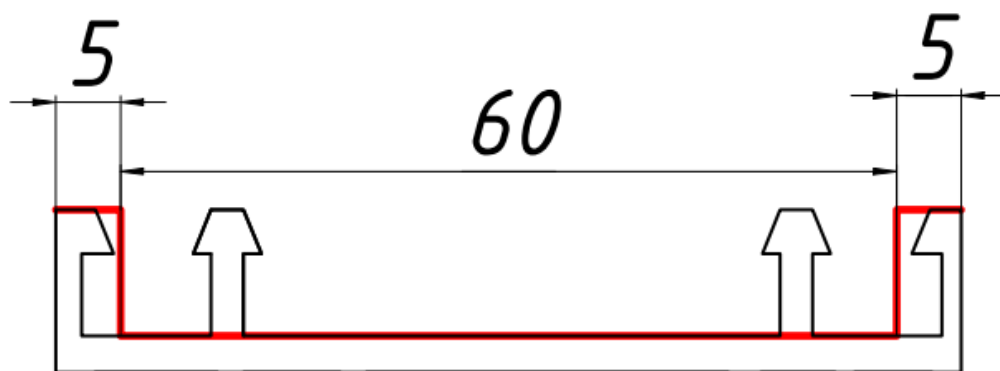


Рисунок 1.2 - Профіль полівінілхлориду при зварюванні та профіль оброблення

Верстат можна використати будь-який фрезерний із зручним закріпленням профілю, наприклад profil 92 M e-motion, Holzmann FS160L 230 V, SCOTLE CNC3040Z-DQV2, FDB Maschinen TMM100S [2] та інші.

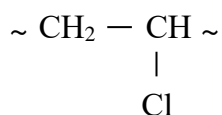
1.3 Оброблюваний матеріал

Полівінілхлорид (ПВХ) – термопластичний полімер вінілхлориду. Клас - карболанцюгові, галогеновмісні.

1. Структура: лінійний термопластичний матеріал зі ступенем кристалічності 0-10%.

2. Спосіб отримання: полімеризація вінілхлориду в присутності каталізатора (в автоклаві при тиску $P=0.4 - 1.2$ МПа і температурі $T=30 \dots 70$ °С). Застосовують ініціатори процесу полімеризації, наприклад, органічні перекиси.

3. Хімічна будова ПВХ:



В таблиці 1.1 наведено основні механічні характеристики непластифікованого ПВХ.

Таблиця 1.1 Фізико-механічні характеристики непластифікованого ПВХ

[3]

Характеристики міцності	міцність при розтязі σ_p , МПа	46 ... 53
	при стиску $\sigma_{ст}$, МПа	56 ... 91
	при згині $\sigma_{зг}$, МПа	70 ... 105
	границя текучості σ_T , МПа	41 ... 53
	максимальна деформація ε_{max} , %	5 ... 100
	деформація на межі текучості ε_T , %	5 ... 10
Модулі пружності	при розтязі E_p , МПа	2450 ... 4200
	при згині $E_{зг}$, МПа	2100 ... 3500
Ударна в'язкість, твердість	ударна в'язкість $a_{б.н}$, кДж/м ²	32 ... 80
	ударна в'язкість a_n , кДж/м ²	2
	твердість за Брінелем H_B , МПа	10 ... 160
Температурні характеристики	температура експлуатації T_{max} , °C	50 ... 60
	температура розм'якшення за Віка, °C	40 ... 85
	температура скловання, °C	78 ... 105
	температура текучості, °C	180 ... 220
	температура крихкості, °C	-15
Інші характеристики	густина ρ , г/см ³	1.20 ... 1.55
	водопоглинання за 24 години, %	0.1 ... 0.5
	деформація литтєвої усадки, %	1.0 ... 5.0

Примітка: $a_{б.н}$ - ударна в'язкість зразків без надрізу; a_n - ударна в'язкість зразків з надрізом; T_{max} - температура, при якій протягом 10 років всі механічні та електричні властивості змінюються не більше, ніж на 50% [3].

Оскільки за механічними властивостями даний матеріал можна порівнювати з певними сортами деревини, то в таблиці 1.2 наведено таке порівняння.

Таблиця 1.2. Порівняння полівінілхлориду і дерева (сосна)

	Полівінілхлорид	Сосна
твердість за Брінелем Н _Б , МПа	10...160	82,5
Міцність при розтязі, МПа	46...53	103,5
Міцність при стиску, МПа	56...91	43,9
Міцність при згині, МПа	70...105	79,3
Густина, г/см ³	1,2...1,55	0,52

За твердістю і властивостями полівінілхлорид схожий на деревину, наприклад соснових порід.

1.4 Аналіз інструменту для оброблення заданого профілю

Оброблення таких профілей та зварних швів як правило виконують за допомогою фрезерування.

Фрезерування — один з найпродуктивніших методів оброблення пластиків. Головний рух (рух різання) під час фрезерування — обертальний, його здійснює фреза, рух подачі — зазвичай прямолінійний. Фрезеруванням можна одержати деталь точністю за 6...12 квалітетом шорсткістю до Ra = 0,8 мкм. Фрезерування здійснюється за допомогою багатозубого інструмента фрези [4].

Фрезерування профілю можливо виконувати за допомогою кінцевих, дискових фрез, а також збірних фасонних фрез.

Фреза кінцева використовуються на вертикально-фрезерних і

свердлильно-фрезерних верстатах. Виготовляються з конічним і циліндричним хвостовиками, а також зі змінними багатограними пластинками. Для виготовлення кінцевих фрез використовуються твердий сплав та швидкорізальна сталь [5].

Фреза фасонна цільна - це фреза, що має фасонну різальну кромку, а її використання зумовлено криволінійною формою оброблюваної поверхні [6].

Збірна фреза має вищу ефективність використання дорогого інструментального матеріалу, а в її конструкції передбачено використання різноманітних змінних різальних елементів, як зі швидкорізальної сталі, так і з твердого сплаву. Модульність конструкції дозволяє з легкістю набирати з окремих елементів необхідний профіль [7].

1.5 Огляд інструменту для оброблення профілю полівінілхлориду

Оброблення профілю можливе кінцевими фрезами, збірними фрезами, фасонними фрезами.

Кінцеві фрези (рис. 1.3) доволі прості і розповсюджені у виробництві. Але виникає проблема при переточуванні і закріпленні профілю полівінілхлориду на верстаті. А саме закріплення віконної рами або зварених під кутом в 45 градусів двох шматків профілю.



Рисунок 1.3 - Кінцева фреза[27]

Фасонна фреза (рис. 1.4) виготовляється з повністю з твердого сплаву або інших дорогих матеріалів. Дуже дорога у виготовленні за матеріалом та складна в поновленні різальної кромки. Для оброблення ПВХ не доцільно використовувати такі конструкції цільних фасонних фрез, з урахування їх вартості та фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.



Рисунок 1.4 - Фасонна фреза[28]

Для оброблення профілю найкраще підходить збірна фреза (рис. 1.5). Тому що вона може швидко змінювати профіль фрези під інший профілю оброблення. Також можлива швидка заміна комплектуючих через поломку чи інші дефекти, а економічна ефективність таких фрез значно перевищує попередні варіанти.

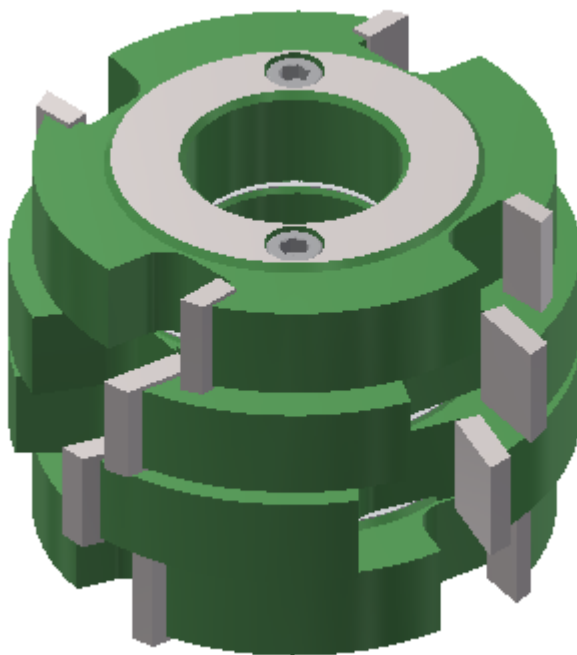


Рисунок 1.5 - Збірна фреза

1.6 Кількість зубів фрези

Для збірних фрез такого типу, як правило обирають 6 або 8 зубів. Оскільки користуючись аналогом обробленням деревини 8 зубів для полівінілхлориду буде достатньо. Та з такою кількістю зубів та при такому діаметрі - це забезпечує зручність установки пластин та ефективність оброблення.

Передній та задній кути приймаємо по 10° обидва. Оскільки аналог по характеристикам полівінілхлориду дерево, для якого рекомендуються саме такі кути.

1.7 Способи кріплення пластин

Немеханічне кріплення. Пластину можна закріпити в корпусі за допомогою пайки, як наприклад показано на рисунку 1.6. Перевага такого методу кріплення різальних пластин в корпусах інструменті полягає в простоті конструкції, можливості виконання переточувань без їх знімання з корпусу. До недоліків можна віднести важкість зміни пластин при їх повному пуйнуванні.

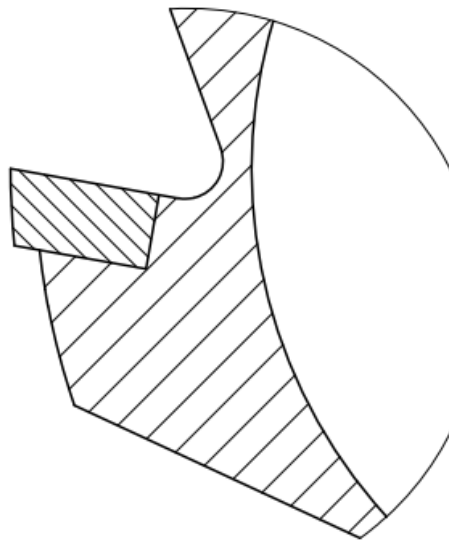


Рисунок 1.6 - Немеханічне кріплення за допомогою пайки

До механічного кріплення пластин відноситься кріплення за допомогою гвинта, як показано на рисунку 1.7. Таке кріплення здійснюється за допомогою гвинта та посадкового отвору, в який вставляють пластину. Основною перевагою є швидкість зміни пластин, а до недоліків можна віднести необхідність якісного оброблення посадкових елементів та необхідність виготовлення пластин з спеціальним отвором, що для пластин з малими розмірами може бути дуже проблематично. Як правило в таких конструкціях використовуються непереточувані пластини.

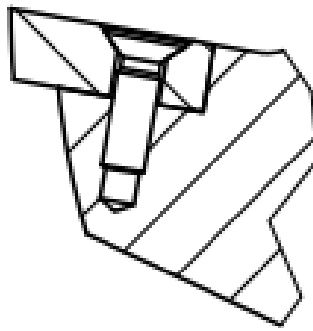


Рисунок 1.7 - Кріплення пластини гвинтом

Також існують і інші способи кріплення пластин в корпусі фрези. Для деревооброблення дуже часто використовується кріплення пластин за допомогою клина. Розглянемо наступні схеми кріплення пластин за допомогою клина. Кріплення пластини з диференціальним гвинтом (рис. 1.8.а). Пластину встановлюють в паз корпусу і кріплять циліндричним клином. Клин затягують за допомогою диференціального гвинта з внутрішнім шестигранником. Диференціальний гвинт називається так тому, що крок різьби в верхній частині і нижній частині різний. Клин закріплений гвинтом без шапки (рис. 1.8.б). Кріплення клинами і гвинтами застосовують для торцевих, дискових та кінцевих фрез діаметром від 30 мм. Особливо важко кріпити твердосплавну пластину в корпусі дискової фрези. Кріплення «половинчасте» (рис. 1.8.в) здійснюється завдяки гвинту та клину, які тиснуть один на інший. Кріплення гвинтом збоку (рис. 1.8.г) здійснюється за допомогою додаткового пазу через який вкручується посадочний гвинт, який уже в свою чергу тисне на клин [8].

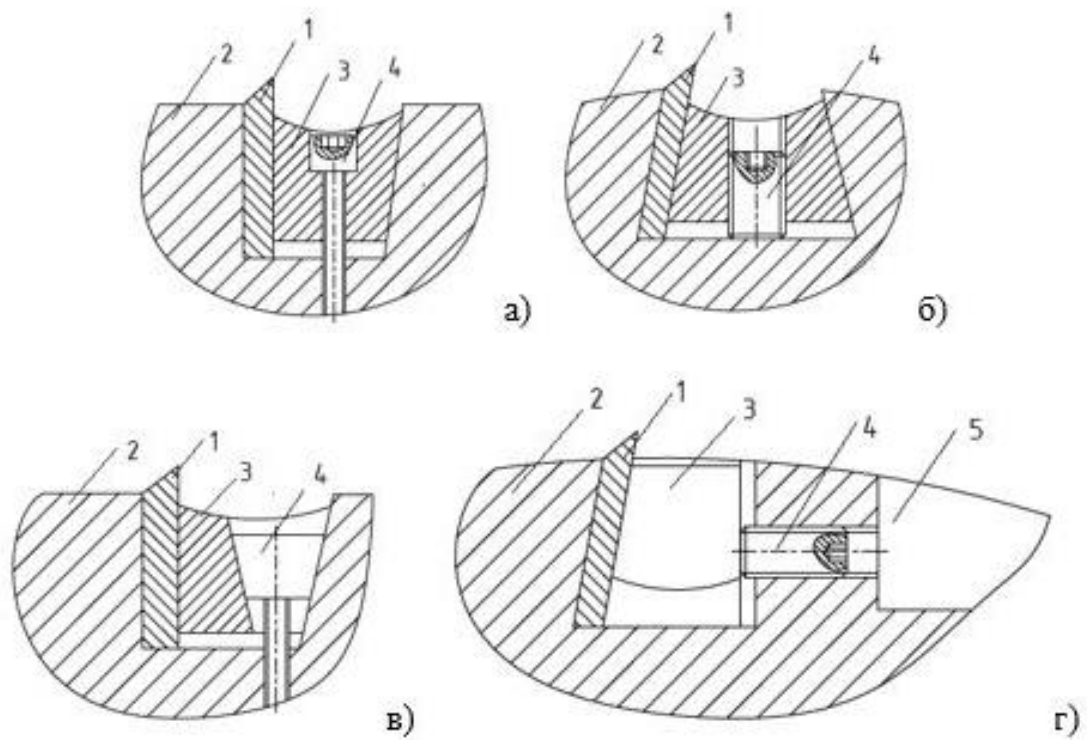


Рисунок 1.8 - Види закріплення клином: а) диференціальний клин, б) гвинт без шапки, в) «половинчастий» г) боковий; 1-пластина, 2-корпус фрези, 3- клин, 4- гвинт, 5- канавка для гвинта[8]

Висновок

Для оброблення заданого профілю полівінілхлориду використовуються різні типи фрез. Виходячи з завдання було обрано збірну конструкцію фрези з оправкою, яка складається з 4 різальних дисків, для зменшенні сил на одному різальному лезі. Ці леза розташовуються зі зміщенням. При чому для кріплення різальних елементів на тонких дисках буде використовуватись паяння, через малі розміри різальних елементів, а для дисків шириною 30 мм було обрано кріплення за допомогою клина. І результаті чого фреза буде складатись з оправки на якій буде фіксуватись 4 диски, 2 з яких шириною 30 мм, а 2 інших 5 мм. Від прокручування та фіксування відносно положення дисків використовуватиметься 2 довгих болти.

Матеріал для корпусів – це Сталь 40Х з урахування її властивостей та умов експлуатації розроблюємого інструменту, а різальні пластини будуть виготовлятись з швидкорізальної сталі марки Р6М5 [9], стандартні види яких досить розповсюджені на ринку та мають не велику ціну, а також звісно підходять для оброблення ПВХ.

2. РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ ЗБІРНОЇ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ЗВАРНОГО ШВА ПРОФІЛЮ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ

Фреза збірна для оброблення профілю з полівінілхлориду встановлюється на фрезерний верстат, та за допомогою відносного переміщення оброблюваного профілю та фрези виконується зачистка зварного шва на боковій частині віконної рами. При такому розташуванні інструменту кріплення оброблюваного профілю буде зручнішим, як це реалізується на прикладі фрезерного верстату MLA M7CR[2a] для алюмінієвих та ПВХ профілів (рис. 2.1). Профіль закріплюється на столі і шов, який буде оброблюватися накривають захисним ковпаком, який одночасно слугує і закріпленням профілю і захистом від стружки.



Рисунок 2.1 - MLA M7CR[2a]

Для створення моделей та робочих, складальних креслень використовувалось програмне забезпечення фірми Autodesk, а саме CAD система Inventor Professional 2019.

2.1 Розроблення конструкції фрези

Було змодельовано профіль полівінілхлориду за кресленням [1].

Далі функцією обертання утворено профіль фрези (рис. 2.2). Спочатку було прийняте рішення зробити більшу частину радіусом 50мм. Далі розділено на 4 диски з яких будуть утворені майбутні корпуси фрез. Для технології виготовлення на другому листі я обрав широкий корпус.

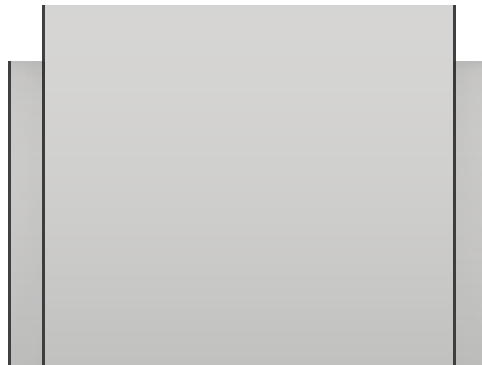


Рисунок 2.2 – Оброблюваний профіль шва

Створено ескізу фрези (рис. 2.3), який буде заготовкою.

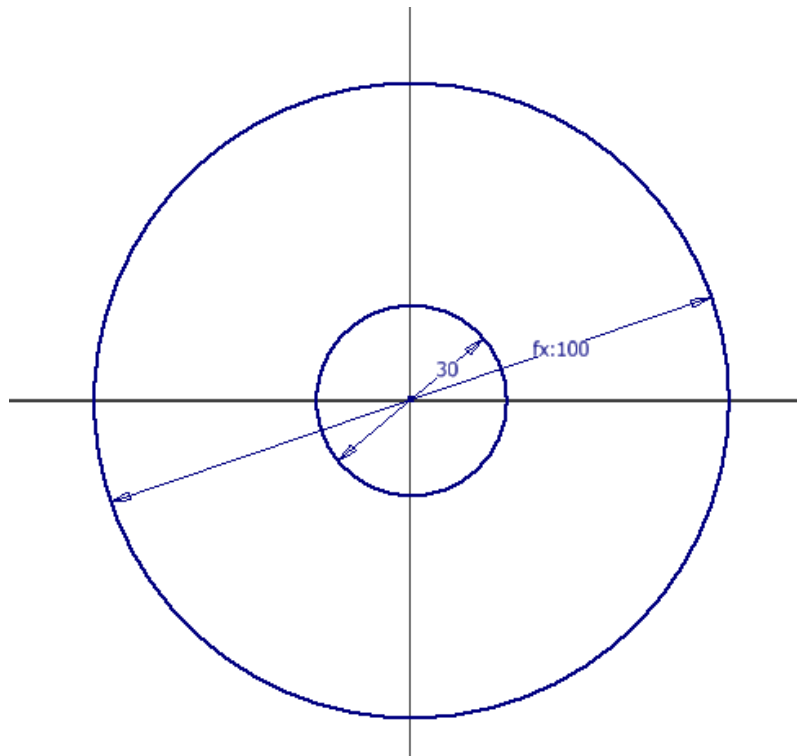


Рисунок 2.3 – Ескіз заготовки фрези

Командою видавлювання видавимо на 30 мм цю заготовку (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – 3Д модель заготовки

Оскільки для цього корпусу фрези було найкращим варіантом клинове кріплення пластини, створено паз для пластини і установки клина збоку (рис. 2.5).

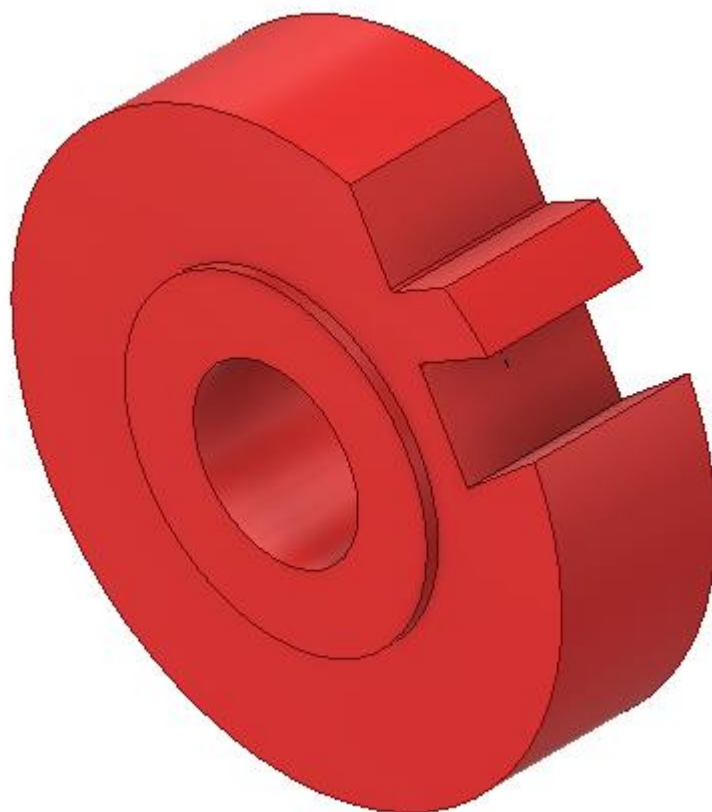


Рисунок 2.5 – Заготовка з пазами

Оскільки діаметр корпусу фрези і діаметр фрези з пластинами не можуть бути однаковими так як стружка не буде виходити через відсутність простору і утворено два отвори для установчих гвинтів які закріплюють корпуси на оправці (рис. 2.6).

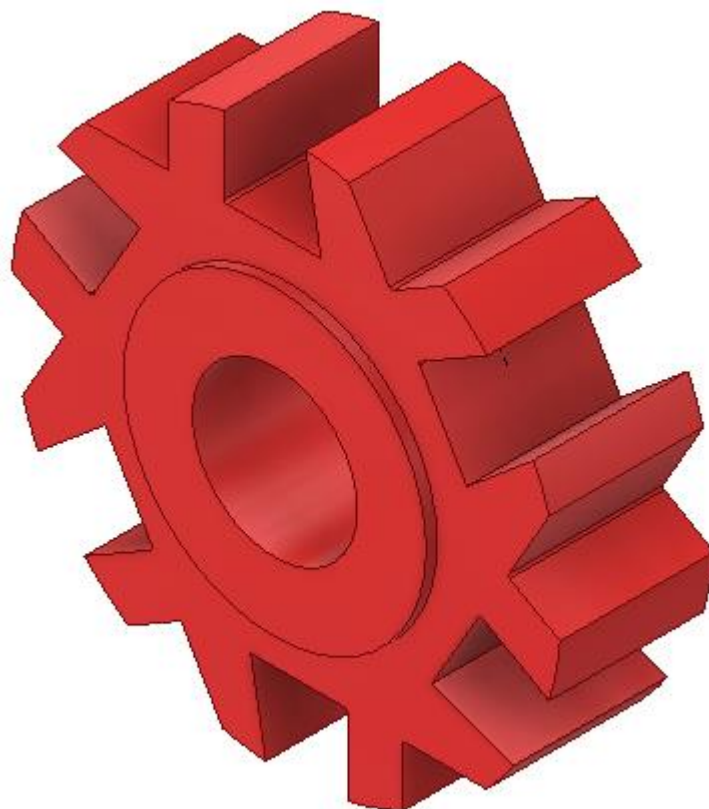


Рисунок 2.6 – 3Д корпусу з пазами

Далі для закріплення пластини на корпусі потрібен отвір для гвинта, в якому нарізано різьба. Ось наведені дві моделі корпусів широких фрез «червона» (рис. 2.7) і аналогічний до нього, але з поверненими на 15° отворами під гвинти «синій» (рис. 2.8).

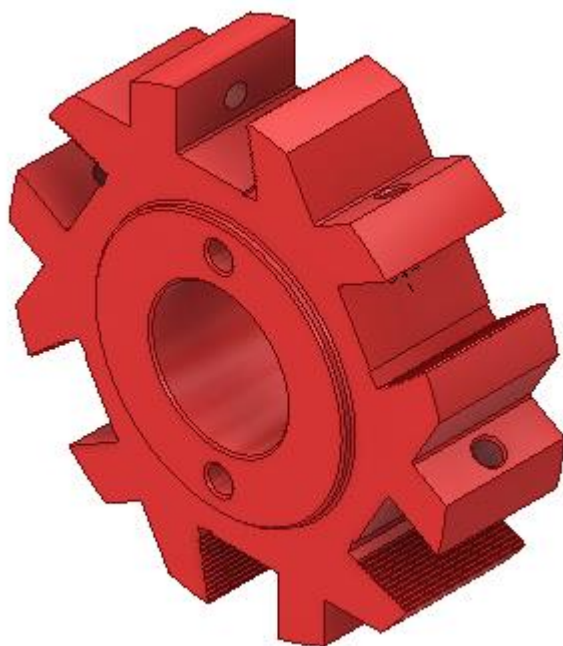


Рисунок 2.7 - Корпус фрезы

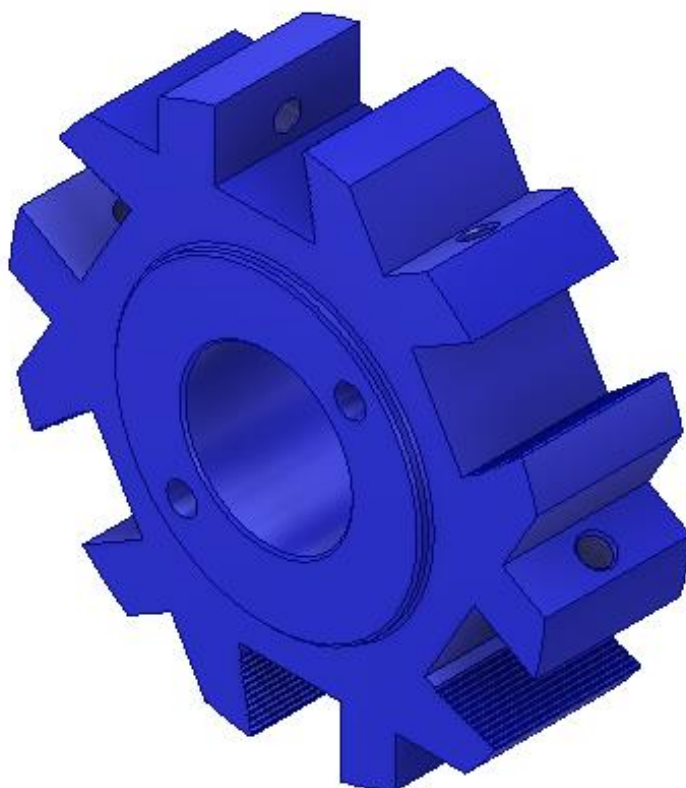


Рисунок 2.8 - Корпус фрезы

Оскільки пластини (рис. 2.9) зі сталі Р6М5 [9], і на них уже утворені рифлення за ГОСТ 2568-71 [11], то і на корпусі фрези було додано рифлення за ГОСТ 2568-71 [11].

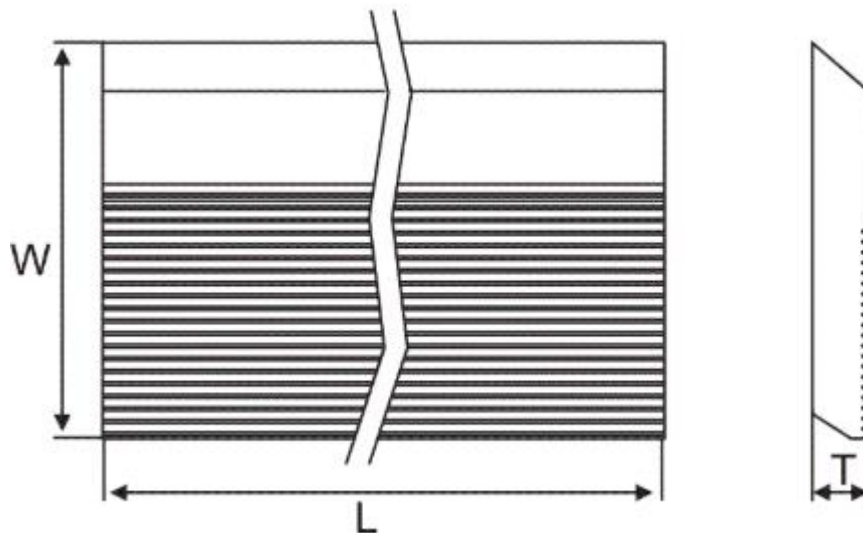


Рисунок 2.9 – Різальна пластина з рифленнями Р6М5 [10]

2.2 Вибір основних параметрів фрези

Основні параметри:

- Номінальний діаметр фрези d ; 96 мм
- Діаметр посадочного отвору d_o ; 30 мм
- Кількість зубців z . 6

Розрахунок закріплення клинів

Розрахуємо довжину більшої основи b клину за методикою Вандерера [12]

$$b = 4.22 \sqrt{a \cdot B \frac{\sin \varphi \cdot \cos \varphi_1}{\sin(\varphi + \gamma)(2 \cdot \operatorname{tg} \varphi - 1)}}$$

де $a = 5$ мм - товщина пластина;

$B = 14$ мм - ширина пластина;

$\varphi = 80^\circ$ - кут клину;

$\varphi_1 = 15,05^\circ$ - кут розрахований за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{d \cdot \sin \gamma + a}{d \cdot \cos \gamma - B} = \frac{96 * \sin 10 + 5}{96 * \cos 10 - 14} = 0.269$$

де $d = 96$ мм - діаметр фрези.

Отримаємо:

$$b = 4.22 \sqrt{5 \cdot 14 \frac{\sin(80^\circ) \cdot \cos(15,05^\circ)}{\sin(80^\circ + 10^\circ) (2 \cdot \operatorname{tg} 80^\circ - 1)}} = 5,55 \text{ мм}$$

Приймаємо $b = 6$ мм

Висоту клинів будемо підбирати відповідно до висоти пластин враховуючи виступ пластини з корпусу.

Зусилля затяжки гвинтом

Далі будемо розраховувати за наступними параметрами. Схема до розрахунку зусилля затяжки наведена на Рисунку 2.10, відповідно до якої:

$r_n = 42.67$ мм - відстань до центра мас ножа;

$r_k = 41.57$ мм - відстань до центра мас клину;

$\varphi_n = 56^\circ$ - кутове положення центра мас ножа;

$\varphi_k = 62.67^\circ$ - кутове положення центра мас клину;

$n = 3000 \text{ хв}^{-1}$ - середня частота обертання фрези.

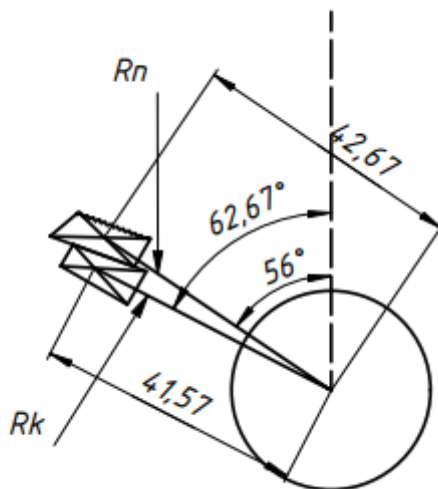


Рисунок 2.10 - Схема зусиль затяжки гвинтом.

1. Колова швидкість:

$$V_K = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_K \cdot n}{60000} = 13,06 \text{ м/с}$$

$$V_H = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_H \cdot n}{60000} = 13,37 \text{ м/с}$$

2. Маса клина та пластини:

$$m_K = 7.8 \cdot 10^{-6} \cdot a_K \cdot B_K \cdot l_K = 12 \cdot 12 \cdot 30 \cdot 7.8 = 0.025 \text{ кг}$$

$$m_H = 7.8 \cdot 10^{-6} \cdot a_H \cdot B_H \cdot l_H = 18 \cdot 5 \cdot 30 \cdot 7.8 = 0.016 \text{ кг}$$

де $a_K \cdot B_K \cdot l_K$ - товщина, ширина і довжина клину;

$a_H \cdot B_H \cdot l_H$ - товщина, ширина і довжина пластини.

3. Відцентрові сили :

$$C_K = \frac{m_K \cdot V_K^2}{r_K} = 0.025 \cdot \frac{13,06^2}{41,57} = 0,104 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$C_H = \frac{m_H \cdot V_H^2}{r_H} = 0.016 \cdot \frac{13,37^2}{42,56} = 0.068, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

4. Зусилля затяжки гвинтом:

$$Q = \frac{C_H \cdot \cos \varphi_H - f(2 \cdot C_K \cdot \sin \varphi_K + C_H \cdot \sin \varphi_H)}{2 \cdot f \cdot \cos \theta} = 1,56 \text{ Н/м}$$

де $f = 0,18$ - коефіцієнт тертя;

$\theta = 10^\circ$ - кут клину.

Таблиця 2.1 Розрахунки зусиль

	$V, \text{м/с}$	$m, \text{кг}$	$C, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$Q, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Клин	13,06	0.025	0.104	1,56
Пластина	13,37	0,016	0.068	

2.3 Середній діаметр гвинта

Рахуємо за формулою взятою з методики наведеної в довіднику [12]:

$$d_{\text{cp}} = \frac{Q \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho)}{2 \cdot T \cdot l}, \text{ мм}$$

де $T = 20\text{Н}$ - зусилля на ключ;

$l = 150\text{ мм}$ - довжина ключа;

$\beta = 2^{\circ}30'$ - кут підйому різьби;

$\rho = 8^{\circ}30'$ - кут тертя.

Розрахувавши отримали: $d_{\text{cp}} = 4,7\text{ мм}$. Приймаємо $d_{\text{cp}} = 5\text{ мм}$ за ГОСТ 24705-2004 [13].

2.4 Моделювання простих елементів.

Ще було створено два корпуси менших за шириною і немеханічним кріпленням пластин (рис. 2.11 і рис. 2.12).



Рисунок 2.11 - Фреза «менша рожева»



Рисунок 2.12 - Фреза «менша зелена»

Далі потрібна оправка, на яку будуть надягатися фрези, 3Д модель якої представлена на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – 3Д модель оправки

На вершині посадкового циліндра додано різьбу за ДСТУ ISO 5408:2006 [14].

Далі створено підкладку під гвинти (рис. 2.14). Так як шляпки гвинтів повністю не сховає корпус фрези через малу ширину.

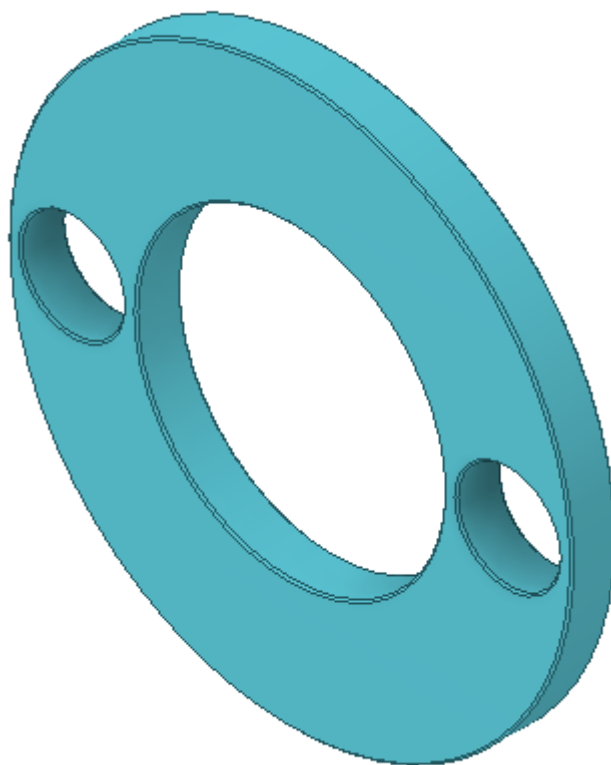


Рисунок 2.14 – 3Д модель підкладки

Потім створено втулку для більшого упору фрези на оправці, якщо гвинти якими закріплені фрези на оправці пошкодяться.

Гайка (рис. 2.15) для закріплення фрези на горизонтально-фрезерному верстаті прижимного типу закріплення інструменту. Створена за ГОСТ 5915-70 [15] і модифікованою для прижиму на верстаті.

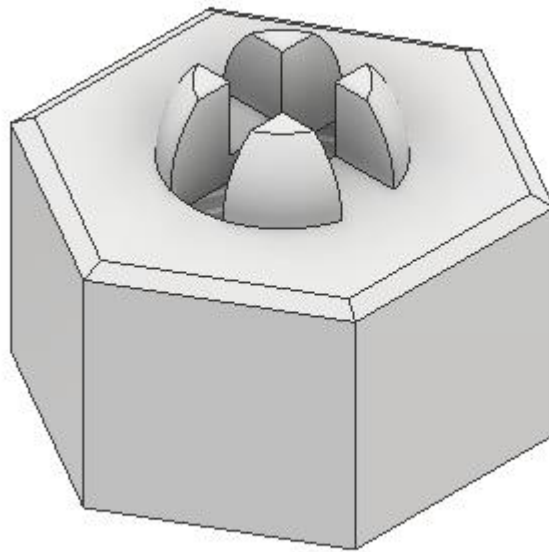


Рисунок 2.15 – Гайка

Фреза збірна складається з оправки, чотирьох дисків з пластинами, двох гвинті для закріплення фрез між собою, підкладки, втулки, гайки (рис. 2.16).

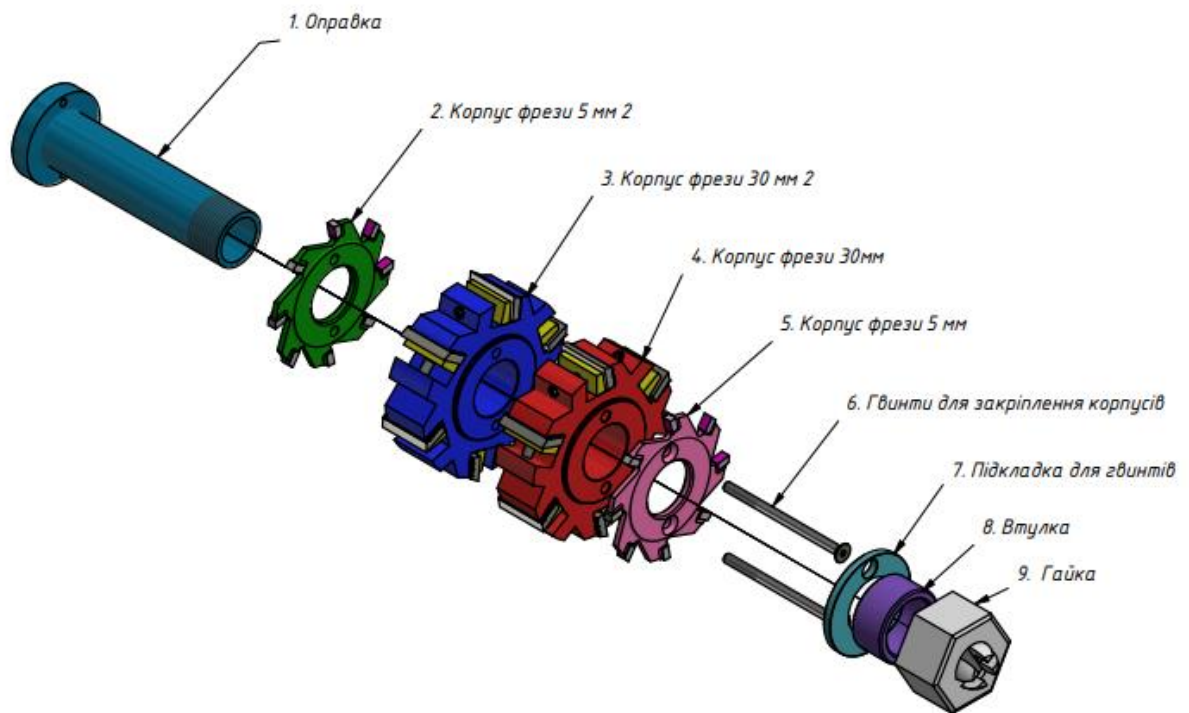


Рисунок 2.16 - Етапи складання фрези

На Рисунку 2.16 вказано етапи складання фрези:

1. Оправка, на яку насаджуються корпуси фрез
2. Корпус 4
3. Корпус 3
4. Корпус 2
5. Корпус 1
6. Двох гвинтів для закріплення корпусів на оправці,
7. Підкладка для сховку головок гвинтів,
8. Втулка
9. Гайка для закріплення фрези на верстаті, для притиску фрези.

З 3Д моделей створено робочі та складальні креслення, які наведено в додатку А

Вданому розділі описано все моделювання збірної фрези для оброблення зварного шва на профілі з полівінілхлориду. Оскільки майже всі моделі виготовлюються за кресленнями, які надаються з моделей, а стандартних деталей крім гвинтів і пластин немає.

3. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ФРЕЗИ

Технічні вимоги за ГОСТ20329-74 [16]:

- 1) Сталь для корпусу марка 40Х за ДСТУ ISO 7808:2015 [17].
- 2) Твердість корпусу фрези 41...51 HRCe.
- 3) На робочій поверхні фрези не має бути знеуглецевих місць.
- 4) Шорсткість поверхонь фрези за ГОСТ 2789-73 [18].
- 5) На поверхні не має бути тріщин, викришень, задирок, а також слідів корозії.
- 6) Крайні відхилення розмірів фрези в мм не повинні перевищувати наступних значень:
 - a. Зовнішнього діаметра- h16
 - b. Діаметр посадкового отвору - H7
- 7) Допуск радіального биття різальних кромek зубів відносно осі отвору не має перевищувати 0,06 мм.
- 8) Допуск торцевого биття фрез не повинно перевищувати 0,15 мм.

3.1. Вибір заготовки

Заготовка – прокат діаметром 100 мм зі сталі 40Х за ДСТУ ISO 7808:2015 [17].

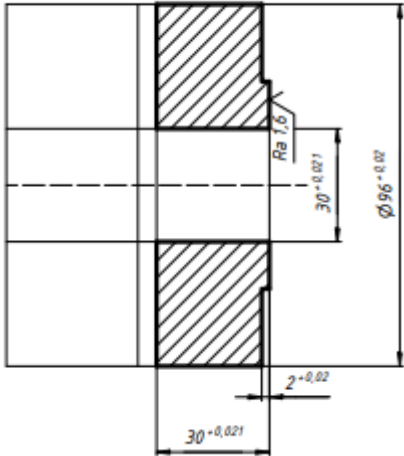
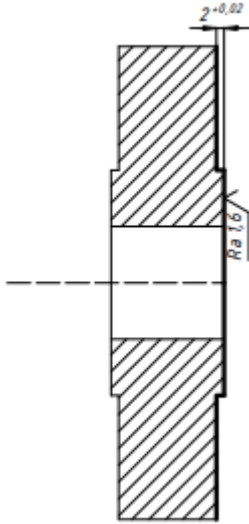
Базовий технологічний процес

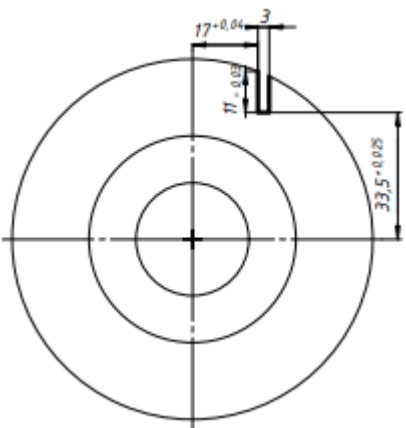
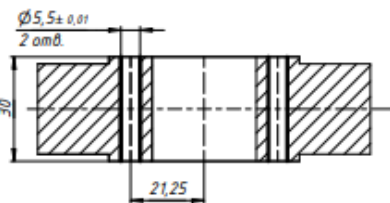
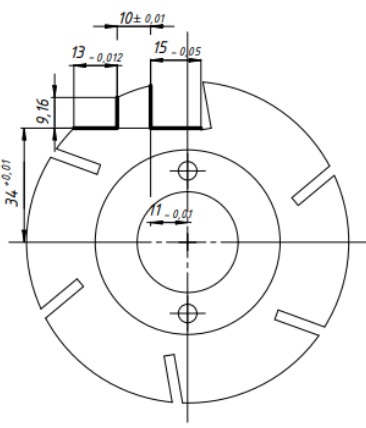
Типовий технологічний процес виготовлення дискових фрез включає:

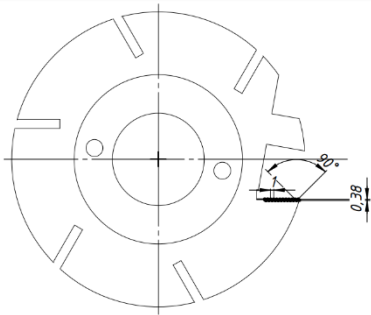
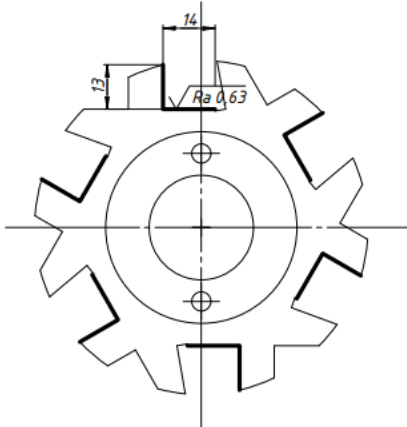
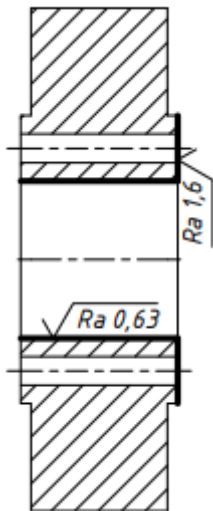
- 1) Відрізання заготовки під кування.
- 2) Кування заготовки.
- 3) Відпал поковки і чищення окалини.
- 4) Обробку отвору, фаски і торця.
- 5) Підрізання іншого торця.
- 6) Обробку фаски в отворі.
- 7) Чорнове і чисте обточування зовнішньої поверхні.
- 8) Фрезерування стружкових канавок.

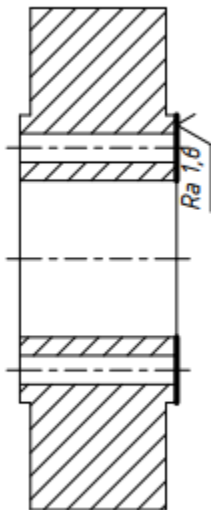
- 9) Термообробку.
- 10) Шліфування торця.
- 11) Шліфування отвору.
- 12) Заточування передньої поверхні.
- 13) Шліфування торців.
- 14) Контроль, маркування та упаковку.

Таблиця 3.1. Маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу
фрези

№	Найменування операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
005	Токарна з ЧПК		ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ 600x1500 cormak;, DSKNR 2020K12, DSDNN 2020K12, A05D- STLDR06,SD503 -28-84-C4, A12M-STFCR11, CFMR 2525P08	Патрон 3-х кулачкових ГОСТ 12593 – 72, Штангенциркуль Mitutoyo 500-196-20 (0- 150 мм)
010	Токарна з ЧПК		ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ ВЕРСТАТ 600x1500 cormak; DSKNR 2020K12	Патрон 3-х кулачкових ГОСТ 12593 – 72, Штангенциркуль Mitutoyo 500-196-20 (0- 150 мм)

015	Фрезерна з ЧПК		Фрезерний верстат НМХ 630i, TSC 160 3 40K	Поворотний стіл HRT160, оправка циліндрична круга ГОСТ 16212-70, Кутомір універсальний УН-127
020	Фрезерна з ЧПК		фрезерний верстат з ЧПУ VMC 1160, SD205A-5.5-32-6R1	Патрон 3-х кулачкових ГОСТ 12593 – 72,, Штангенциркуль Mitutoyo 500-196-20 (0-150 мм)
025	Фрезерна з ЧПК		фрезерний верстат з ЧПУ VMC 1160, HSF 4060 090 200, SD203-5.0-20-6R5, DIN2174 6HX-M5	поворотний стіл HRT160, оправка циліндрична круга ГОСТ 16212-70, Кутомір універсальний УН-127

030	Протяжна		Горизонтально протяжний станок 7А523, Протяжка для рифлень	Лещата УАТО (УТ-65071)
035	Термічна	Загартування в солі NaCl Нагрів до 860°C і охолодження в солі Відпуск при 500°C один раз	СНО- 7.10.5/10	Сіль NaCl
040	Шліфування		фрезерний верстат з ЧПУ VMC 1160, Круг 120x13x32 електрокорунд білий 25А	поворотний стіл НРТ160, оправка циліндрична кругла ГОСТ 16212-70
045	шліфування	Установка А 	Верстат внутрішньо- шліфувальний 3К228, круг 26x20x10 електрокорунд білий 25А	Патрон 3-х кулачкових ГОСТ 12593 – 72,
		Установка Б		

				
050	Контрольна	Перевірка габаритів		Штангенциркуль Mitutoyo 500-196-20 (0-150 мм), Мікрометр YATO 25-50 мм, Мікроскоп BRESSER BIOLUX LCD 50X-2000X
055	Термічне оброблення		Муфельная піч СНОЛ-15/1100	
060		Маркування	реактиви	Хімічне травлення

3.2 Розрахунок припуску при механічній обробці

Необхідно розрахувати припуски на чорнове та чистове оброблення зовнішньої поверхні діаметром 96 мм. Розраховувати будемо за методикою, наведеною в довіднику [19]:

Припуск на обробку отвору (двосторонній припуск) розраховується по формулі:

$$2z_{min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}]$$

де R_{zi-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma i-1}^2$ – сумарні відхилення розташування поверхні;

ε_i^2 – похибка установки заготовки на переході, який виконується.

Розрахуємо максимальний припуск на обробку зовнішніх поверхонь:

$$2z_{i_{maz}} = 2z_{i_{min}} + TD_{i-1} + TD_i$$

де TD_{i-1} – допуски розмірів на попередньому переході;

TD_i – допуски розмірів на переході, який виконується.

Визначимо розрахунковий найменший діаметр прокату:

$$D_{3min} = D_{дmin} + 2z_{o_{min}}$$

де $D_{дmin}$ – найменший допустимий розмір по кресленню;

$2z_{o_{min}}$ – розрахований мінімальний припуск на обробку
по діаметру

Розрахувавши, отримаємо, що для одержання необхідного діаметру готового виробу, необхідно взяти прокат діаметром 100 мм, ДСТУ 7806:2015 [20].

Зробимо перевірку на правильність виконання розрахунків:

$$Td_3 - Td_d = Zo_{max} - Zo_{min}$$

$$Td_3 - Td_d = 2600 - 250 = 2350$$

$$Zo_{max} - Zo_{min} = 4136 - 1786 = 2350$$

У двох випадках значення зійшлись, отже можна зробити висновок, що розрахунки виконані вірно.

Таблиця 3.2. Розрахунки припуску

Техно логічн і перех оди при оброб ці	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$	Розрахунковий розмір d_i , мм	Допуск T_i , мкм.	Граничні розміри, мм		Граничні значення припускі в, мкм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Прока т	1000	30 0	15 0	—	—	96.8	260 0	98.8	98.8	—	—
Чорно ва	63	60	17 9	12 0	154 0	96.2	400	96.2	96.2	324 0	154 0
Чисто ва	20	30	-	-	246	96	250	96	96.2	895	246
									Z_Σ	413 6	178 6

3.3 Розрахунок режиму різання

Розрахунок режиму різання будемо рахувати на операцію токарну з ЧПК 010. Операція виконується на верстаті 600x1500 сормак в декілька проходів. Так як операція 010 це підрізання торця то її і будемо розраховувати. Операція виконується DSKNR 2020K12 з твердосплавною пластиною T5K10.

Розрахунок ведеться в такій послідовності так як наведено в довіднику [21].

1. Рахуємо загальний припуск на обробку

$$\delta = \frac{D - d}{2}, \quad \text{мм}$$

де $D = 100$ мм - діаметр заготовки;

$d = 96$ мм - діаметр деталі.

$$\delta = 2 \text{ мм}$$

При чорновій обробці припуск потрібно намагатися знімати за один прохід інструменту, звісно якщо дозволяє міцність інструменту який буде обробляти заготовку.

При чорновій обробці глибина різання t дорівнює припуску.

При параметрі $Ra = 3,2$ мкм, $t = 1$ мм.

Де Ra шорсткість обробки.

2. Беремо подачу S_0 , мм/об

При чорновій обробці подача призначається залежно від розміру державки, різця, матеріалу котрий обробляють, глибина різання.

Обираємо її з таблиці котра знаходиться в довіднику[21]

$$S_0 = 0,55 \text{ мм/об}$$

Подача відредагована під паспортні дані верстату.

3. Визначимо швидкість різання V_1 м/хв

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} K_V, \quad \text{м/хв}$$

де $T = 60$ хв - середнє значення стійкості різця;

$C_V = 350$ - коефіцієнт;

$m = 0.20$, $x = 0.15$, $y = 0.35$ - показники степенів.

K_V - коефіцієнт, який враховує конкретні умови різання:

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{iV}$$

де $K_{mV} = 0,6$ - коефіцієнт, який враховує якість матеріалу, що оброблюється;

$K_{nV} = 0,9$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;

$K_{iV} = 0,65$ - коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту.

З розрахунків отримали: $V_1 = 104$ м/хв.

4. Знаходимо значення складників сил різання $P_{z,x}$, Н:

$$P_{z,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot V_1^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

де $C_p = 300$ - коефіцієнт;

$n = -0.15$, $x = 1$, $y = 0.75$ - показники степенів.

K_V - коефіцієнт, який враховує конкретні умови обробки:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{tp}$$

де $K_{Mp} = 1,57$ - коефіцієнт, який враховує вплив якості матеріалу заготовки;

$K_{\varphi p} = 0,98$, $K_{\gamma p} = 1$, $K_{\lambda p} = 1$, $K_{tp} = 0,87$ - коефіцієнти, які враховують геометричні параметри інструменту;

Тоді: $P_{z,x} = 1258$ Н

5. Частота обертання шпинделя n , хв^{-1} , що відповідає знайдений швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}$$

$$n = 345 \text{ хв}^{-1}$$

Отримане значення частоти обертання коригують за паспортними даними верстата, підбираючи найближче дійсне, бажано менше, число обертів. Це число використовують в подальших розрахунках і позначають n_d .

Отже $n_d = 340 \text{ хв}^{-1}$

6. Визначаємо дійсну швидкість різання V_d , м/хв:

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad \text{м/хв}$$

$$V_2 = 102,5, \text{м/хв}$$

7. Обчислюємо основний час t_0 , хв:

$$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{S_0 \cdot n_d}, \quad \text{хв}$$

де $l = 33$ мм - довжина заготовки;

$l_1 = 1$ мм - довжина врізання різця;

$l_2 = 2$ мм - довжина перебігу різця.

$$t_0 = 0,2 \text{ хв}$$

А на інші переходи токарної операції 010, визначимо табличним методом за методикою наведеною в довіднику [21].

Висновок: в даному розділі було розроблено технологічний процес створення одного з корпусів фрези. Було обрано найкращі на мій погляд технологічний маршрут для виготовлення на сучасних верстатах даного корпусу.

4. РОЗРАХУНКИ СИЛ ЗАТИСКУ ГАЙКИ НА ОПРАВЦІ

Оскільки гайка потрібна для встановлення оправки на верстаті і для додаткового затиснення корпусів фрез на оправці необхідно виконати розрахунок сили її затиску. На рисунку 4.1 наведена схема закріплення фрези та прикладення зусиль.

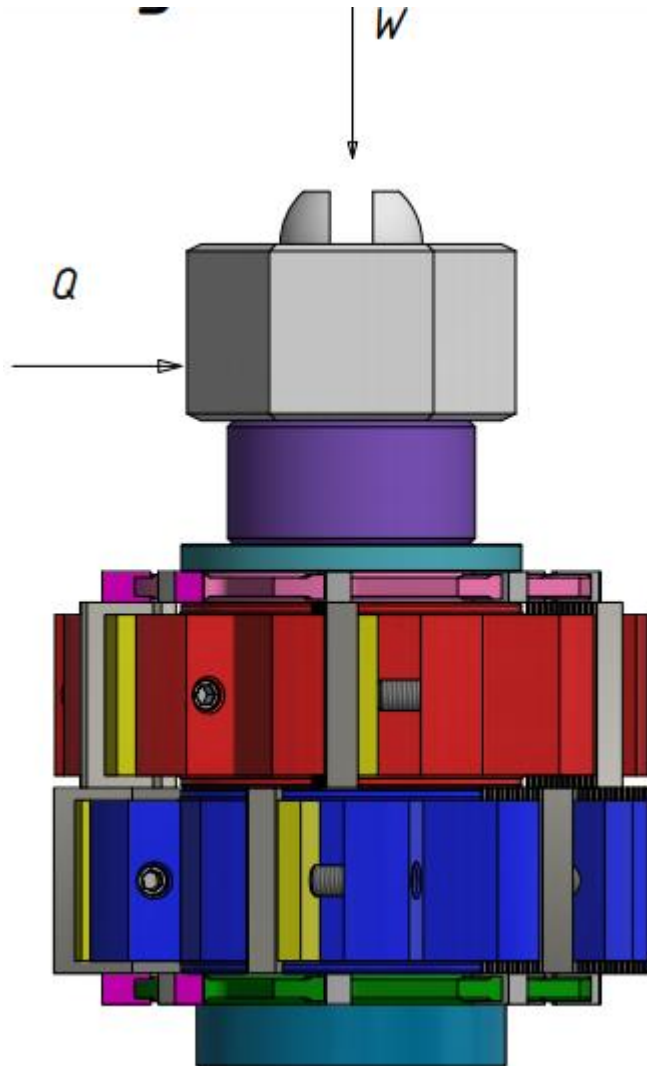


Рисунок 4.1 – Схема прикладення сил на гайку

То потрібно розрахувати зусилля на затиск гайки на оправці. За формулами[22]

$$W = \frac{Ql}{21 \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha) + 0,88f \frac{D_3^3 - D_B^3}{D_3^2 - D_B^2}}, H$$

де Q - сила на рукоятці ключа, $Q = 15$ Н;

l – відстань від осі гвинта до точки прикладеної сили $l = 275$;

φ – кут тертя в різьбовій парі, $\varphi = 6^\circ$;

α – кут підйому гвинта різьби, $\alpha = 3^\circ$;

f - коефіцієнт тертя, $f = 0,18$

D_v – внутрішній діаметр гайки $D_v = 30$ мм;

D_3 – зовнішній діаметр гайки $D_3 = 54$ мм;

$$W = \frac{15 * 275}{21 \cdot \operatorname{tg}(6 + 3) + 0,88 * 0,18 \frac{54^3 - 30^3}{54^2 - 30^2}} = \frac{4125}{3,326 + 10,25} = 304 \text{ Н}$$

Сила яка потрібна для затиску гайкою на оправці буде 304 Н, при прикладеному зусиллі в 15 Н на ключі.

Висновок: В даному розділі розраховувалися силу що потрібна для зусилля затиску гайки на оправці.

5. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Для обробки корпусу фрези на трьохкоординатному фрезерному верстаті ЧПК необхідна додаткова вісь, або, як її ще називають четверта вісь. Для даної обробки було використано поворотний стіл HRT160 від компанії HAAS [23] (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Поворотний стіл HAAS [23]

Для обробки пазів під пластину, шліфування цих пазів, утворення отворів під посадковий гвинт, нарізання різьби для отворів буде використовуватись дане технологічне оснащення. Для безпосереднього закріплення оброблюваної деталі використовується стандартний 3-х кулачковий патрон за ГОСТ 12593-72 [24] і гладка циліндрична оправка за ГОСТ 16212-70 [25]. Що викликало масу незручностей у встановлення спочатку патрона на поворотний стіл, а потім ще встановлення в патрон оправки.

Саме тому було прийнято рішення модифікувати стандартну оправку для її подальшого закріплення на поворотному столі без патрона.

5.1. Розробка кріплення оправки без патрона

Було розроблено кріплення яке поєднувалося з оправкою. Було виконано проектування оправки в 3Д за допомогою CAD системи Autodesk Inventor Professional 2019.

Оправка була створена на базі оправок ГОСТ 16212-70 [25] частина де буде кріпитися майбутній корпус фрези або ж заготовка (рис. 5.2).

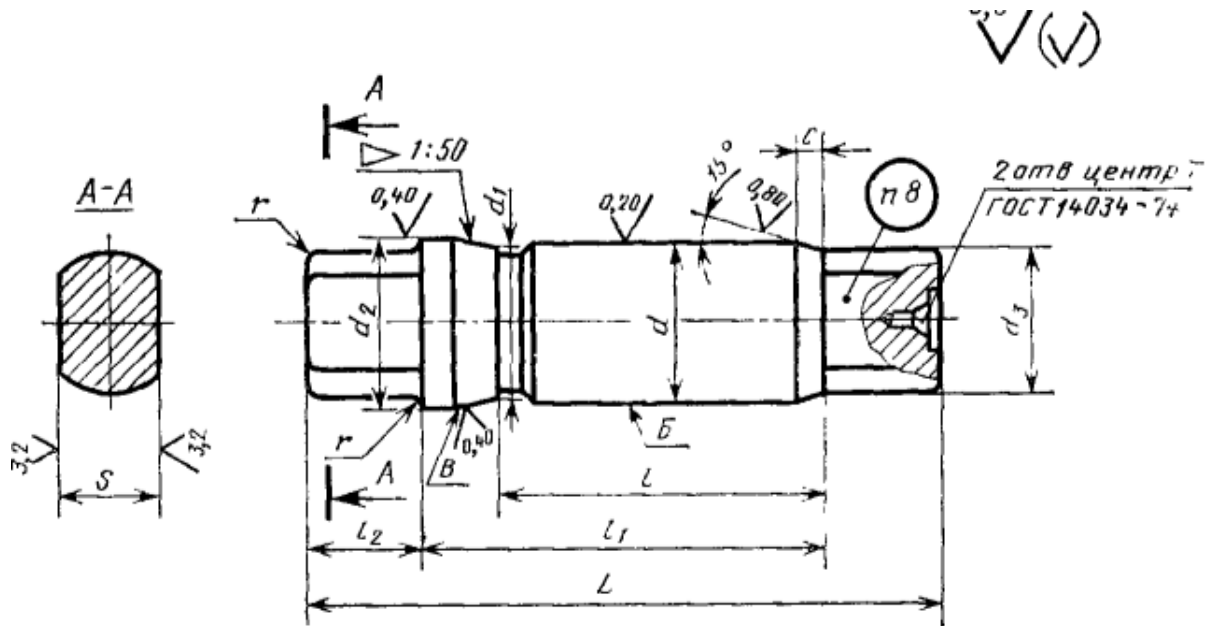


Рисунок 5.2 – оправка з ГОСТ 16212-70 [25]

Для кріплення було спроектовано диск з отворами під болти для закріплення самої оправки на плиті поворотного столу.

Для закріплення фрези на оправці з боку де вдягається заготовка було нарізано різьбу [14] щоб закріплювати фрезу і запобігти торцевому переміщенню. Також було додано два отвори для штифтів, які вставляються з натягом для запобігання осьовому переміщенню заготовки (рис. 5.3).

Робоче креслення оправки наведено в додатках.

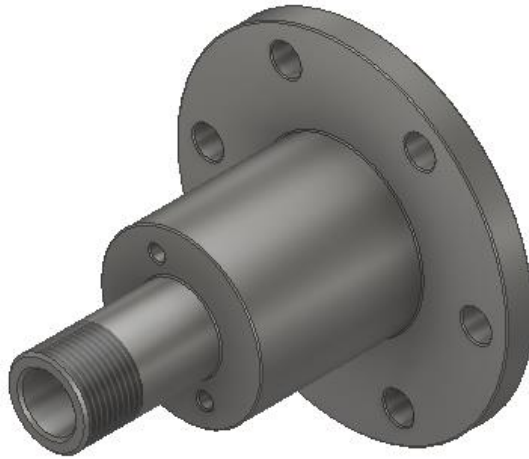


Рисунок 5.3 - Оправка модифікована

При закріпленні заготовки щоб уникнути її пошкодження при її встановленні на оправку між заготовкою і гайкою підкладають прокладку. В даному випадку це просто диск сталі. Гайку (рис. 2.15) можна взяти з самої фрези тобто не виготовляти нову чи купляти, а взяти просто вже готову і виготовити корпуси.

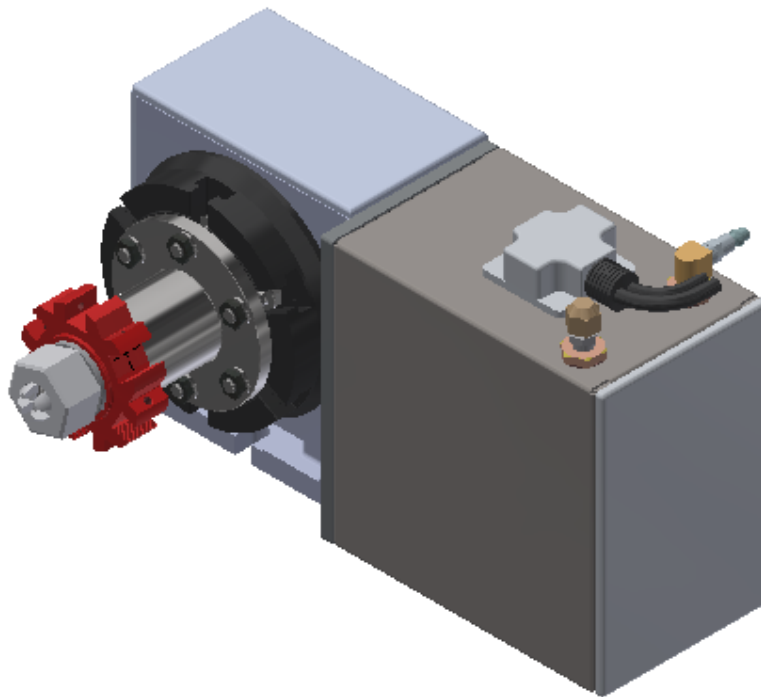


Рисунок 5.3 - Оправка закріплена на поворотному столі.

Виготовити оправку можна за допомогою токарного верстата та вертикально свердлильного верстата за кресленням в додатку Б.

5.2 Розрахунок сили затиску

Розрахунок сил затиску корпусів фрез на оправці за методичними рекомендаціями [26].

$$Q = \frac{2kR_z D}{(D_1 + d)f}$$

де R_z – головна складова сили різання, Н

D – діаметр фрези, мм

D_1 – діаметр упорного бурта, мм

d – діаметр оправки, мм

k – коефіцієнт запасу

f – коефіцієнт тертя

Q – сила що прикладена до затискної тязі, Н

$R_z = 2000\text{Н}$, $D=96\text{ мм}$, $D_1 = 60\text{ мм}$, $d = 30\text{ мм}$, $k = 1,2$ і $f = 0,25$

$$Q = \frac{2 * 1.2 * 2000 * 0.03}{(0.06 + 0.03) * 0.25} = 6,4\text{ кН}$$

В даному розділі описано пристосування для технологічного процесу та його модифікація з розрахунками сили затиску. Модифікація дозволить зменшити кількість елементів в технологічному пристосуванні і збільшити точність через зменшення похибок встановлення.

6. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ КОРПУСУ ФРЕЗИ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ З ЧПК

Для створення керуючої програми було задіяно САМ модуль в Autodesk Fusion 360.

Так як вже обрані інструменти для технологічного процесу не завжди співпадають з бібліотекою Fusion 2019. Наявні в бібліотеці інструменти було підігнано під параметри інструментів використаних в технологічному процесі в розділі 3.

Для початку потрібно створити установ, створити заготовку та розмістити її в патроні [24] (рис. 6.1). Заготовка центрується самостійно завдяки командам суміщення осі і дотику торців.

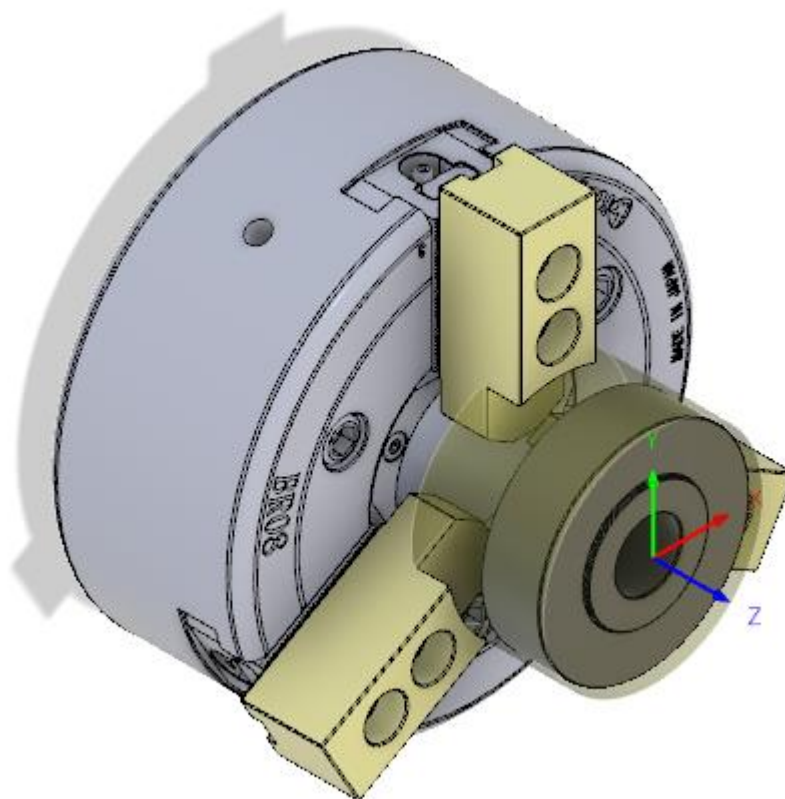


Рисунок 6.1 – Створення установу та розміщення деталі та заготовки

На рисунку 6.1 показано напівпрозора заготовка, де в ній непрозора деталь яка буде отримана після написання виконання оброблення. Діаметр заготовки прийнято 100 мм Сталь 40Х [20], відповідно до розділу 3.

Наступний крок це обробка торця (рис. 6.2).

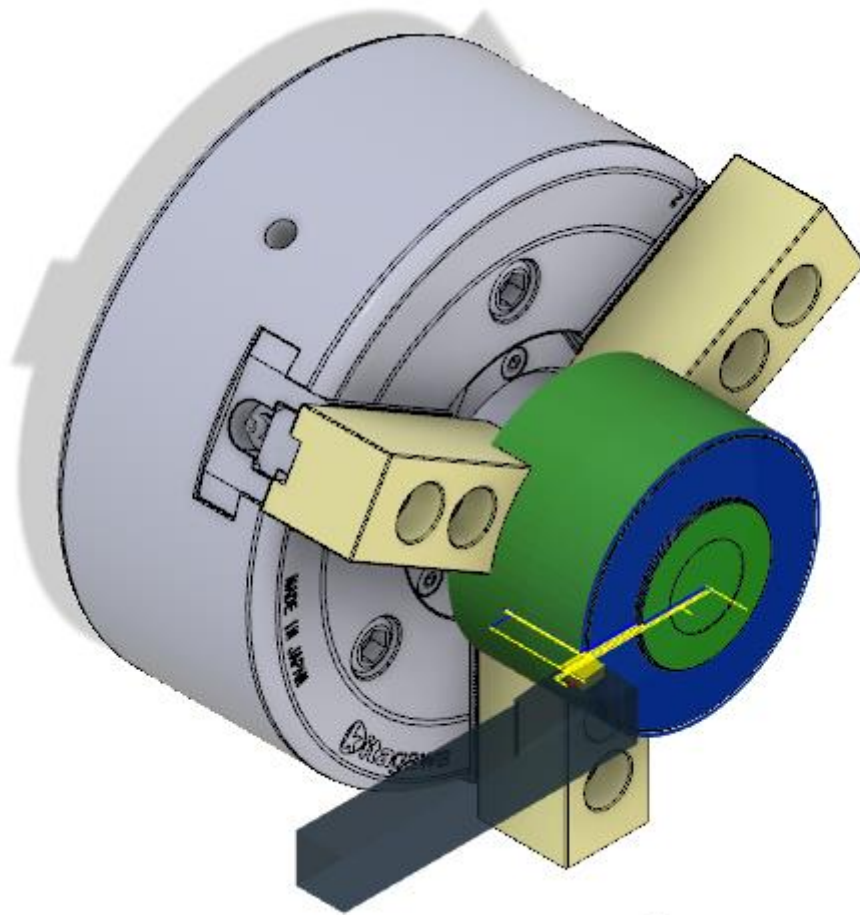


Рисунок 6.2 – Перехід оброблення торця деталі

Далі показано оброблення по периферії деталі (рис. 6.3). Зі 100 мм до потрібних 96 мм в два проходи по 2 мм на діаметр.

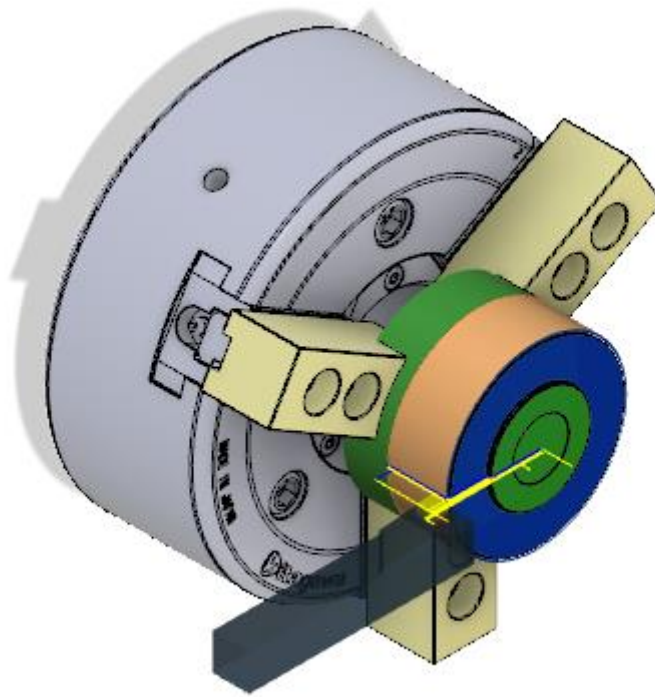


Рисунок 6.3 – Оброблення периферії деталі по діаметру 96 мм

Після оброблення діаметра виконується свердління центрального отвору (рис. 6.4). Свердління іде тільки після торцювання заготовки через можливість зміщення осі свердління так як заготовка може бути неякісна. Свердло діаметром 28 мм свердлитиме без розсвердлювання оскільки потрібна глибина свердління 30 мм.

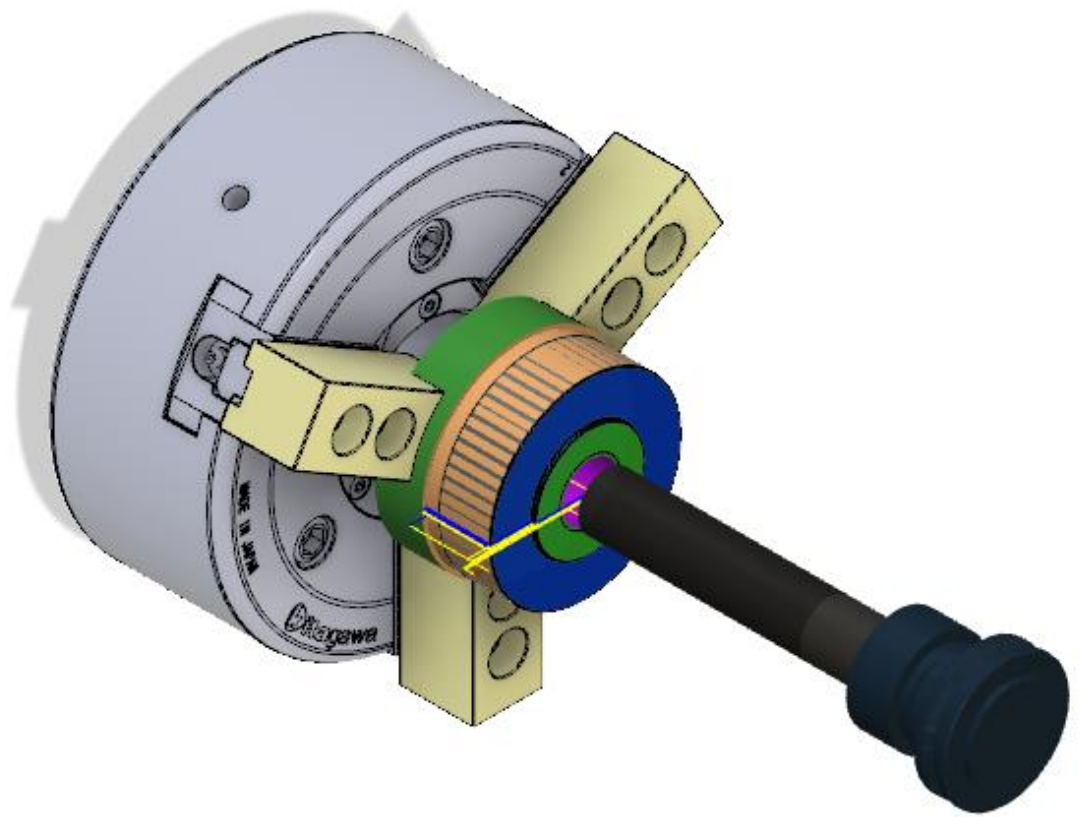


Рисунок 6.4 – Свердління центрального отвору

І подальше його розточення як показано на рисунку 6.5 до 30 мм за один прохід.

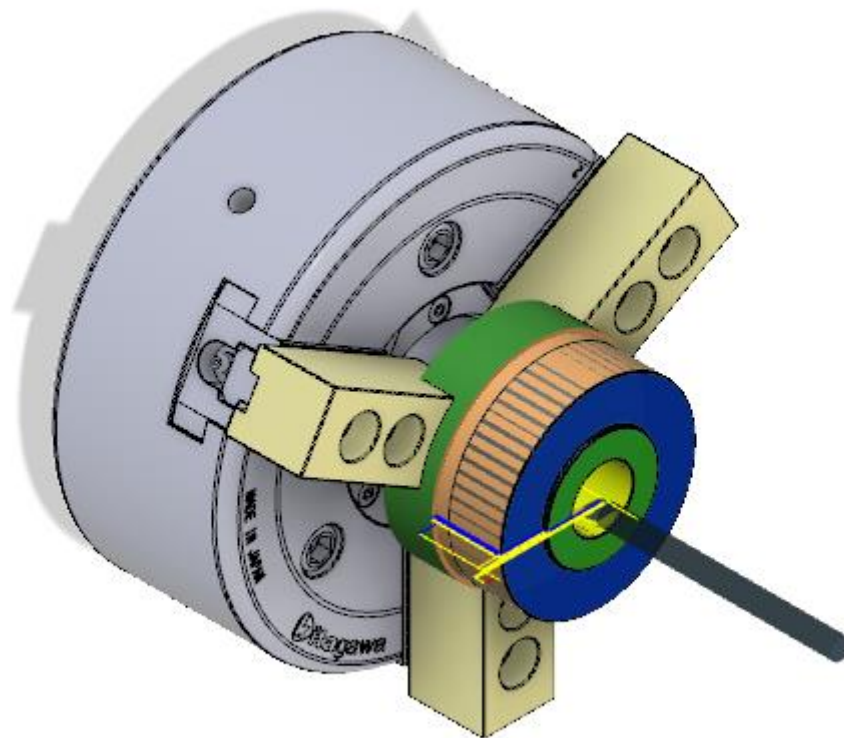


Рисунок 6.5 – Розточення центрального отвору

І відрізання заготовки для подальшої її обробки (рис. 6.6), як вказано в технологічному розділі.

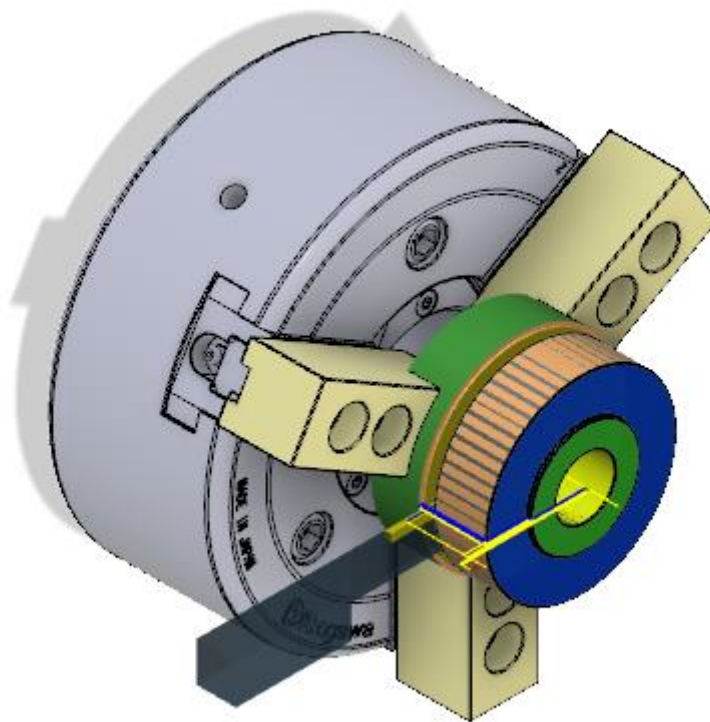


Рисунок 6.6 – Відрізання заготовки

Симуляцію процесу створено в CAD системі в Autodesk Fusion 360 дає можливість попередньої верифікації керуючої програми ще до завантаження на верстат. Виконавши симуляцію, в нашому випадку ударів, зарізань та інших помилок не відбувається. Далі з використанням відповідного постпроцесора автоматично створюється керуюча програма ,яка наведена в додатках.

В даному розділі описано процес написання коду для токарного верстату з ЧПК для однієї з операцій з третього розділу, а саме 005. Код можна одразу передати на верстат оскільки він дійсний і прорахований в САМ системі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проєкту було розроблено конструкцію збірної фрези для оброблення зварного шва полівінхлоридного профілю. Вона складається з 4-х різальних дисків, які базуються на оправці. В якості матеріалу корпусу було обрано сталь 40Х, а різальні елементи, які кріпляться в корпусі фрези за допомогою клина, виготовлені зі швидкорізальної сталі Р6М5. Розроблена конструкція дозволяє легко змінювати оброблюваний профіль лише за рахунок підбору розмірів, достатньо буде просто повторити цей профіль змінними дисковими фрезами.

Спроектовано технологічний процес виготовлення корпусу фрези з використанням сучасного металорізального обладнання та технологічних пристосувань.

Виконано розрахунки клину для закріплення швидкорізальних пластин в корпусі фрези, а також розраховано параметри затиску самої фрези на верстаті при її роботі.

Удосконалено верстатне оснащення, що дозволило знизити похибки установки диску фрези на операціях фрезерування та шліфування. Створено керуючу програму для токарної операції з ЧПК за допомогою САМ модуля системи fusion 360.

Список використаної літератури

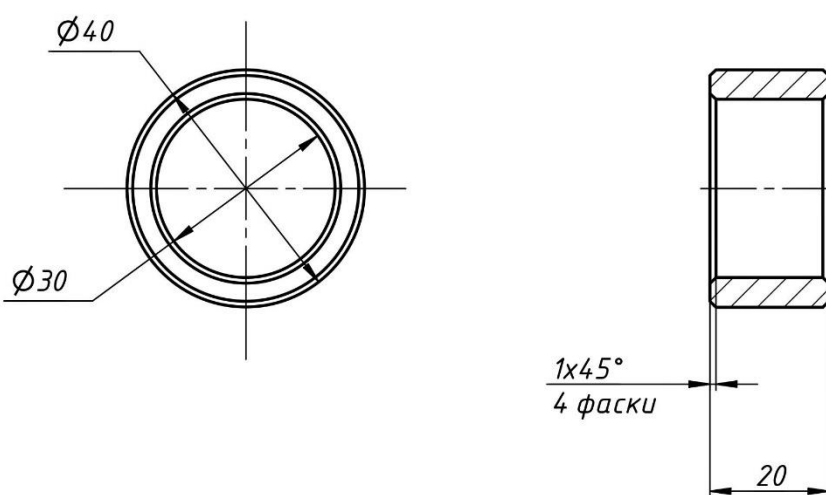
1. <https://obzor-okon.ru/veka-softline-70-i-82-mm.html>
2. <https://prom.ua/ua/Frezernij-verstat.html>
 - a. <https://www.ckmachinery.com/index.php/fom-industrie-2/174-mla-m7cr-endmiller-3>
3. «НОВІ МАТЕРІАЛИ: частина 1 -СТРУКТУРА і МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПОЛІМЕРІВ та ПЛАСТМАС»
Шидловський Микола Сергійович
4. *Грановский Г. И., Грановский В. Г.* Резание металлов. — М.: Высш. шк., 1985. — 304 с. ил
5. <http://standart-m.com.ua/metallorezhucshij-instrument/frezy/frezy-koncevye?mova=uk>.
6. *Кувшинский В. В.* Фрезерование. М.: Машиностроение, 1977. — 240 с.
7. <http://uapatents.com/3-53334-zbirna-freza.html>
8. П.Р. Родин, Основы проектирования режущих инструментов. Учебник. — Киев: Выща школа, 1990. - 424 с
9. http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=600
10. <https://zakupka.com/p/713446716-nozhi-blanketnye-po-derevu-germaniya/>
11. ГОСТ 2568-71 Рифления и углы уклона ножей и пазов режущего инструмента. Размеры
12. Вандерер К.М., Зтов Г.А. Специальный дереворежущий инструмент: Учебное пособие для техникумов, - М.: Лесн. пром-сть. 1983.- 208 с.
13. ГОСТ 24705-2004 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры
14. ДСТУ ISO 5408:2006 Нарізи циліндричні. Словник термінів (ISO 5408:1983, IDT)
15. ГОСТ 5915-70 ГАЙКИ ШЕСТИГРАННЫЕ КЛАССА ТОЧНОСТИ В.

- 16.ГОСТ 20329-74. Фрезы отрезные для резки терморезистивных и термопластичных пластмасс. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)
- 17.ДСТУ ISO 7808:2015 марка сталей
- 18.ГОСТ 2789-73 Шорсткості
- 19.А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-ч т. С74 Т. 1/Под ред. - М.: Машиностроение, 1986. 656с.
- 20.ДСТУ 7806:2015 прокат сталь 40Х
- 21.А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-ч т. С74 Т. 2/Под ред. - М.: Машиностроение, 1986. 496с.
- 22.<https://studfile.net/preview/7022022/page:5/>
- 23.<https://www.haascnc.com/machines/rotaries-indexers/rotary-tables/models/hrt160.html>
- 24.ГОСТ 12593 – 72 патрон на токарный верстат
- 25.ГОСТ 16212-70 гладка циліндрична оправка
- 26.Солодкий В.І., Адаменко Ю.І., Вовк В.В., Мініцька Н.В.
ПРОЕКТУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ ІНЖЕНЕРНОГО ДИЗАЙНУ
Частина
27. <https://tools-trade.com.ua/catalog/tverdosplavnye-kontsevyefrezy/freza-kintseva-eth0604/>
28. <http://met-all.org/obrabotka/prochie/freza-po-metallu.html>

ДОДАТКИ



Перв. примен.		ДП. МІ61. 02 008		$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$	
Справ. №					
Подп. и дата					
Инв. № дцкл.					
Взам. инв. №				1. 230 НВ 2. Невказані граничні відхилення ДСТУ ISO 2704 ТК	
Подп. и дата				ДП. МІ61. 02 008	
Инв. № подл.				Оправка для збірної фрези	
				Лит. Масса Масштаб	
				0,4 1:2	
				Лист Листов 1	
				Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015	
				КПІ ім. Ігоря Сікорського	
				Копировав Формат А4	

Перв. примен.		ДП МІ61. 02.005 ТК					$\sqrt{Ra\ 3,2}$																																					
Справ. №																																												
Подп. и дата																																												
Инв. № дубл.																																												
Взам. инв. №		1. 230 НВ 2. Невказані граничні відхилення за ДСТУ 2704 ТК																																										
Подп. и дата																																												
Инв. № подл.		<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Дерксен В. М.</td> <td></td> <td>11.05.2020</td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td></td> <td>Джуніу Д. Ю.</td> <td></td> <td>01.01.1601</td> </tr> <tr> <td>Т. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нач. отд.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>01.01.1601</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>01.01.1601</td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Дерксен В. М.		11.05.2020	Пров.		Джуніу Д. Ю.		01.01.1601	Т. контр.					Нач. отд.					Н. контр.				01.01.1601	Утв.				01.01.1601			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																						
Разраб.		Дерксен В. М.		11.05.2020																																								
Пров.		Джуніу Д. Ю.		01.01.1601																																								
Т. контр.																																												
Нач. отд.																																												
Н. контр.				01.01.1601																																								
Утв.				01.01.1601																																								
		<table border="1"> <tr> <td colspan="5">ДП МІ61. 02.005 ТК</td> </tr> <tr> <td colspan="5" rowspan="2">Втулка</td> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015</td> <td colspan="3">КПІ ім. Ігоря Сікорського</td> </tr> </table>					ДП МІ61. 02.005 ТК					Втулка					Лит.	Масса	Масштаб		0,1	1:1						Лист	Листов	1	Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015					КПІ ім. Ігоря Сікорського								
ДП МІ61. 02.005 ТК																																												
Втулка					Лит.	Масса	Масштаб																																					
						0,1	1:1																																					
					Лист	Листов	1																																					
Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015					КПІ ім. Ігоря Сікорського																																							

Копировал
Формат А4

Перв. примен.	ДП МІ61. 02.002 ТК					$\sqrt{Ra\ 1,6}$			
Справ. №									
Подп. и дата									
Инв. № дубл.									
Взам. инв. №	1. 230 HRC 2. Невказані граничні відхилення за ДСТУ ISO 2704 ТК								
Подп. и дата						ДП МІ61. 02.002 ТК			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Клин	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.		Дерксен В.М.		10.06.2020				0,0
Инв. № подл.	Пров.				01.01.1601	Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015	Лист	Листов	1
	Т. контр.								
	Нач.отд.								
	Н. контр.				01.01.1601				
	Утв.				01.01.1601				
						Копировал		Формат А4	

Перв. примен.		ДП. МІ61. 02. 007		$\sqrt{Ra\ 1,6}$	
Справ. №					
Подп. и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
		1. 65 HRC 2. Невказані граничні відхилення ДСТУ ISO 2704 ТК			
Подп. и дата				ДП. МІ61. 02. 007	
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Різець 5 мм
Разраб.	Дерксен В.М.			10.06.2020	
Пров.	Джулій Д.Ю.			01.01.1601	
Т. контр.					
Нач.отд.					
Н. контр.				01.01.1601	Р6М5 ГОСТ 19265-73
Утв.				01.01.1601	
				Лит. Масса Масштаб	
				0,0 10 : 1	
				Лист Листов 1	
				КПІ ім. Ігоря Сікорського	

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дцл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ДП МІ61. 02.006 ТК

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

1. 230 НВ

2. Невказані граничні відхилення за ДСТУ 2704 ТК

ДП МІ61. 02.006 ТК

Лист.	Маса	Масштаб
0,1	2:1	

Лист
Листов 1

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Разраб.

Пров.

Т. контр.

Нач.отд.

Н. контр.

Утв.

ДП МІ61. 02.006 ТК

Підкладка

Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015

ДП МІ61. 02.006 ТК

Дерксен В.М.

Джулій Д.Ю.

01.05.2020

01.01.1601

01.01.1601

01.01.1601

Копировал

Формат А4

Додаток Б

ДП МІБІ. 05.001 ТК

Лист №
Формат АЗ

Копіювати
формат АЗ

Перв. прим.

Стор. №

445

263

11

4

2

6

10

1

3

5

Формат	Зона поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			Документация		
		HRT160_STEP_2019-08	Сборочный чертеж	1	
			Детали		
	5	оправка		1	
	6	гайка		1	
	10	монтаж для приспособления		1	
	11	шпатель		2	
	1	HRT160 defeature		1	
	2	ZO-4153		1	
	3	ZO-4151		1	
	4	R0000048171		1	
	12	фреза ЗО		1	
			Стандартные изделия		
	13	ISO 7089 - 10		12	
	14	ISO 4017 - M10 x 30		6	
	15	ISO 4036 - M10		6	

ДП МІБІ. 05.001 ТК

Пристосування "4 вісь"

Лит.
Масса
7,8
Листов
1

Изм./лист
Разработ.
Проф.
Т. констр.
Нач. отд.
Удоб.

№ докуч.
Чертежи ВМ.
Джулия ДВ.
И. констр.
Нач. отд.
И. констр.
Удоб.

Дата
Выдан
Версия
Рисунки
Сметы

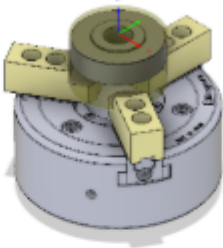
Масштаб
1:4

КПП ім. Ігоря Сікорського



Формат АЗ





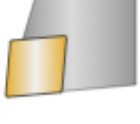

Додаток В

Карта наладки для токарного оброблення на верстаті з ЧПК

Налаштування	
WCS: # 0	
Запас:	
DX: 100mm	
DY: 100mm	
DZ: 60mm	
Частина:	
DX: 96mm	
DY: 96mm	
DZ: 28mm	
Запас нижче в WCS № 0:	
X: -50mm	
Y: -50mm	
Z: -60mm	
Верхній запас у WCS # 0:	
X: 50mm	
Y: 50mm	
Z: 0mm	

Всього
Кількість операцій: 6
Кількість інструментів: 4
Інструменти: T1 T2 T3 T4
Максимум Z: 15mm
Мінімальний Z: -41,41mm
Максимальна подача: 1800mm / хв
Максимальна швидкість шпинделя: 5000 об / хв
Різнання: 532,56mm
Швидка відстань: 614,01mm
Привілизний час циклу: 4м: 50-ті

Інструменти		
T1 D0 Тип: загальний поворот Вставити: ISO C 80deg Довжина краю: 9,82mm Радіус носа: 0,2mm Переріз: T Тolerантність: M Полегшення: N 0deg Компенсація: Дотична дотик Опис: Права рука CNMT	Мінімальний Z: -36,2mm Максимальний канал: 1800mm / хв Максимальна швидкість шпинделя: 5000 об / хв Різнання: 296,97mm Швидка відстань: 387,67mm Привілизний час циклу: 2м: 8с (44%)	Власник: ISO L Правильно 
T2 D2 L2 Тип: дріль LIVE Діаметр: 28mm Кут нахилу: 118 ° Довжина: 150mm Флейти: 1	Мінімальний Z: -41,41mm Максимальний канал: 57,5mm / хв Максимальна швидкість шпинделя: 230 об / хв Різнання: 43,91mm Швидка відстань: 68,91mm Привілизний час циклу: 47-ті (16,1%)	Власник: Maritool CAT40-ER32-2.35 Постачальник: Maritool Товар: CAT40-ER32-2.35 
T3 D0 Тип: нудне поворот Вставити: ISO C 80deg Довжина краю: 5,64mm Радіус носа: 0,2mm Переріз: T Тolerантність: M Полегшення: N 0deg Компенсація: Дотична дотик Опис: ID Boring	Мінімальний Z: -32,22mm Максимальний канал: 403,193mm / хв Максимальна швидкість шпинделя: 5000 об / хв Різнання: 66,68mm Швидка відстань: 77,43mm Привілизний час циклу: 12с (4%)	Власник: Свердлильний брусок ISO L Праворуч 
T4 D0 Тип: паз обертання Вставити: Круглий Ширина: 5mm Компенсація: Вставте центр Опис: OD Grooving	Мінімальний Z: -32,5mm Максимальний канал: 1800mm / хв Максимальна швидкість шпинделя: 5000 об / хв Різнання: 125mm Швидка відстань: 80mm Привілизний час циклу: 44-х (15,2%)	Власник: Зовнішнє право 

Операції			
<p>Операція 1/6 Опис: Face4 Стратегія: Поворот обличчя WCS: # 0 Толерантність: 0,01мм Максимальний перехід: 1мм</p>	<p>Максимум Z: 5мм Мінімальний Z: -2мм Поверхнева швидкість: 95м / хв Коротка передача на об / хв: 0,36мм Різання: 115,57мм Швидка відстань: 138,74мм Приблизний час циклу: 36-ті (12,4%) Охолоджуюча рідина: Затоплення</p>	<p>T1 D0 Тип: загальний поворот Вставити: ISO C 80deg Довжина краю: 9,82мм Радіус носа: 0,2мм Переріз: T Толерантність: M Попелішення: N 0deg Компенсація: Дотична дотик Опис: Права рука CNMT</p>	
<p>Операція 2/6 Опис: Профіль Roughing1 WCS: # 0 Толерантність: 0,01мм Максимальний перехід: 1мм</p>	<p>Максимум Z: 5мм Мінімальний Z: -4,56мм Поверхнева швидкість: 95м / хв Коротка передача на об / хв: 0,36мм Різання: 78,72мм Швидка відстань: 111,35мм Приблизний час циклу: 35-ті (12,1%) Охолоджуюча рідина: Затоплення</p>	<p>T1 D0 Тип: загальний поворот Вставити: ISO C 80deg Довжина краю: 9,82мм Радіус носа: 0,2мм Переріз: T Толерантність: M Попелішення: N 0deg Компенсація: Дотична дотик Опис: Права рука CNMT</p>	
<p>Операція 3/6 Опис: Профіль Roughing2 WCS: # 0 Толерантність: 0,01мм Максимальний перехід: 1мм</p>	<p>Максимум Z: 5мм Мінімальний Z: -36,2мм Поверхнева швидкість: 95м / хв Коротка передача на об / хв: 0,36мм Різання: 102,68мм Швидка відстань: 137,57мм Приблизний час циклу: 57-ті (19,8%) Охолоджуюча рідина: Затоплення</p>	<p>T1 D0 Тип: загальний поворот Вставити: ISO C 80deg Довжина краю: 9,82мм Радіус носа: 0,2мм Переріз: T Толерантність: M Попелішення: N 0deg Компенсація: Дотична дотик Опис: Права рука CNMT</p>	
<p>Операція 4/6 Опис: Дриль2 Стратегія: Буріння WCS: # 0 Толерантність: 0,01мм</p>	<p>Максимум Z: 15мм Мінімальний Z: -41,41мм Максимальна швидкість шпинделя: 230 об / хв Максимальна подача: 57,5мм / хв Різання: 43,91мм Швидка відстань: 68,91мм Приблизний час циклу: 47-ті (16,1%) Охолоджуюча рідина: Вимкнено</p>	<p>T2 D2 L2 Тип: дриль LIVE Діаметр: 28мм Кут нахилу: 118 ° Довжина: 150мм Флексія: 1</p>	
<p>Операція 5/6 Опис: Профіль Roughing3 WCS: # 0 Толерантність: 0,01мм Максимальний перехід: 1мм</p>	<p>Максимум Z: 5мм Мінімальний Z: -32,22мм Поверхнева швидкість: 95м / хв Коротка передача на об / хв: 0,36мм Різання: 66,68мм Швидка відстань: 77,43мм Приблизний час циклу: 12с (4%) Охолоджуюча рідина: Затоплення</p>	<p>T3 D0 Тип: нудне поворот Вставити: ISO C 80deg Довжина краю: 5,64мм Радіус носа: 0,2мм Переріз: T Толерантність: M Попелішення: N 0deg Компенсація: Дотична дотик Опис: ID Boring</p>	
<p>Операція 6/6 Опис: Частина 1 Стратегія: Поворотна частина WCS: # 0 Толерантність: 0,01мм</p>	<p>Максимум Z: 7,5мм Мінімальний Z: -32,5мм Поверхнева швидкість: 95м / хв Коротка передача на об / хв: 0,36мм Різання: 125мм Швидка відстань: 80мм Приблизний час циклу: 44-х (15,2%) Охолоджуюча рідина: Затоплення</p>	<p>T4 D0 Тип: паз обертання Вставити: Крутий Ширини: 5мм Компенсація: Вставте центр Опис: OD Grooving</p>	

Керуюча програма токарного оброблення на верстаті з ЧПК

N10 G98 G18

N11 G21

N12 G50 S6000

N13 M31

N14 G53 G0 X0.

(Face4)

N15 T100

N16 G99

N17 M22

N18 G97 S233 M3

N19 G54

N20 M8

N21 G0 X130. Z5.

N22 G50 S5000

N23 G96 S95 M3

N24 G0 Z0.414

N25 X110.

N26 G1 X102.828 F0.36

N27 X100. Z-1.

N28 X-0.4

N29 X2.428 Z0.414

N30 G0 X110.

N31 Z-0.586

N32 G1 X102.828 F0.36

N33 X100. Z-2.

N34 X-0.4

N35 X2.428 Z-0.586

N36 G0 X130.

N37 Z5.

N38 G97 S233 M3

(Profile Roughing1)

N39 G0 X120. Z5.

N40 G50 S5000

N41 G96 S95 M3

N42 G0 Z-1.5

N43 X101.

N44 Z-2.5

N45 G1 X54.766 F0.36

N46 X53.883 Z-2.059

N47 Z-1.5

N48 G0 X101.

N49 Z-3.5

N50 G1 X55. F0.36

N51 Z-2.617

N52 X54.766 Z-2.5

N53 X56.766 Z-1.5

N54 G0 X101.

N55 Z-4.5

N56 G1 X95.766 F0.36

N57 X94.766 Z-4.

N58 X55.766

N59 X55. Z-3.617

N60 Z-3.5

N61 X57. Z-2.5

N62 G0 X101.

N63 Z-4.559

N64 G1 X95.883 F0.36

N65 X95.766 Z-4.5

N66 X97.766 Z-3.5

N67 G0 X101.

N68 Z-1.5

N69 X120.

N70 Z5.

N71 G97 S252 M3

(Profile Roughing2)

N72 G0 X120. Z5.

N73 G50 S5000

N74 G96 S95 M3

N75 G0 Z-3.5

N76 X101.

N77 Z-4.059

N78 X99.

N79 G1 Z-36.2 F0.36

N80 X100.

N81 X102. Z-35.2

N82 G0 Z-4.059

N83 X97.

N84 G1 Z-36.2 F0.36

N85 X99.

N86 X101. Z-35.2

N87 G0 Z-4.059

N88 X95.941

N89 G1 Z-4.588 F0.36

N90 X96. Z-4.617

N91 Z-36.2

N92 X97.

N93 X99. Z-35.2

N94 G0 X101.

N95 Z-3.5

N96 X120.

N97 Z5.

N98 G97 S252 M3

N99 M9

N100 G53 X0.

(Drill2)

N101 M1

N102 T202

N103 G98

N104 M22

N105 G97 S230 M3

N106 G54

N107 G0 X0. Z15.

N108 G0 Z5.

N109 G81 X0. Z-41.412 R2.5 F57.5

N110 G80

N111 Z15.

N112 G53 X0.

(Profile Roughing3)

N113 M1

N114 T300

N115 G99

N116 M22

N117 G97 S1163 M3

N118 G54

N119 M8

N120 G0 X26. Z5.

N121 G50 S5000

N122 G96 S95 M3

N123 G0 Z-0.5

N124 X29.

N125 G1 Z-32.217 F0.36

N126 X27.

N127 G0 Z-0.5

N128 X31.

N129 G1 Z-1.976 F0.36

N130 X29.8 Z-2.576

N131 X29.802 Z-30.226

N132 X30.151 Z-32.217

N133 X29.

N134 X27. Z-31.217

N135 G0 Z-0.5

N136 X26.

N137 Z5.

N138 G97 S1163 M3

N139 M9

N140 G53 X0.

(Part1)

N141 M1

N142 T400

N143 G99

N144 M22

N145 G97 S252 M3

N146 G54

N147 M8

N148 G0 X120. Z7.5

N149 G50 S5000

N150 G96 S95 M3

N151 G0 Z-32.5

N152 G1 X-5. F0.36

N153 X120.

N154 G0 Z7.5

N155 G97 S252 M3

N156 M9

N157 M33

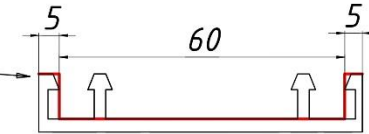
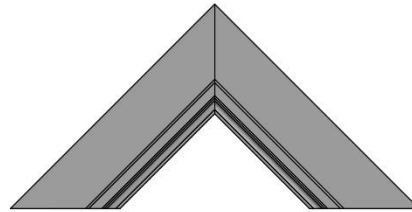
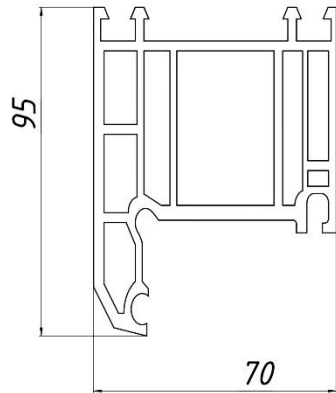
N158 G53 X0.

N159 G53 Z0.

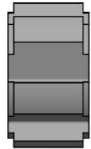
N160 M30

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										2	2			
Разраб.	Дерксен В.М.							ДП. МІ61. 03. 0001 ТК						
Провер.	Джулій Д.Ю.													
Н.контр.								Корпус фрезы						
				Наименование операции				Материал						
								Сталь 40Х ДСТУ 7808:2015						
				Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка		МЗ		КОИД			
				Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы						
				ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ 600x1500										
				cormak										
				То	Тв	Тпз	Тшт	Сож						
Р	Содержание перехода			То	D или B	L	t	i	S	n	V			
01														
02	Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 12593 – 72													
03	Проточить по диаметру													
04	DSDNN 2020K12													
05			96	35	1		0,36	5000	95					
06														
07														
08														
09														
10														
OK	Операционная карта													

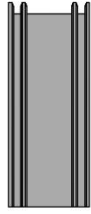
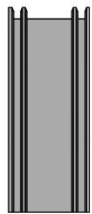
Аналіз оброблюваної поверхні та синтез інструменту



Схеми оброблення



Збірна фреза



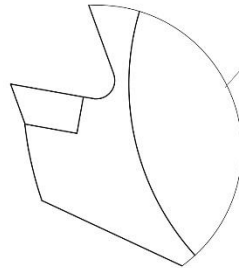
Кінцева фреза

Фасонна фреза

Способи кріплення пластин

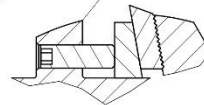
Не механічне кріплення

Напайні пластини

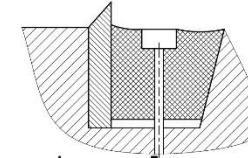


Механічне кріплення

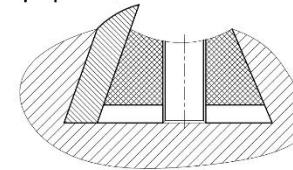
Кріплення гвинтом і клином



диференціальний клин



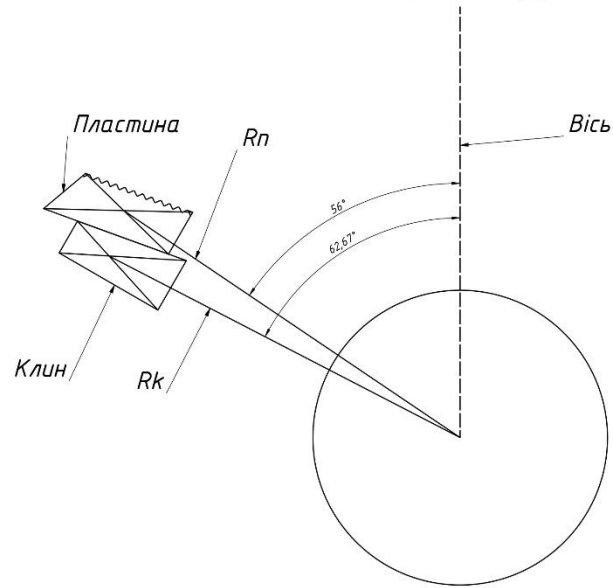
гвинт без шапки



Таблиця порівняння дерева і полівінілхлориду

	Полівінілхлорид	Дерево Сосна
Твердість за Бринелем, МПа	10...160	82,5
Міцність при розтязі, МПа	46...53	103,5
Міцність при стиску, МПа	56...91	43,9
Міцність при згині, МПа	70...105	79,3
Густина г/см ³	1.2 ... 1.55	0.52

Розрахунок клина і сил затиску гайки



$$b = 4.22 \sqrt{a \cdot B \frac{\sin \varphi \cdot \cos \varphi_1}{\sin(\varphi + \gamma)(2 \cdot \tan \varphi - 1)}}$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{d \cdot \sin \gamma + a}{d \cdot \cos \gamma - B} \quad \text{Приймаємо } b = 6 \text{ мм}$$

$$V_K = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_K \cdot n}{60000}$$

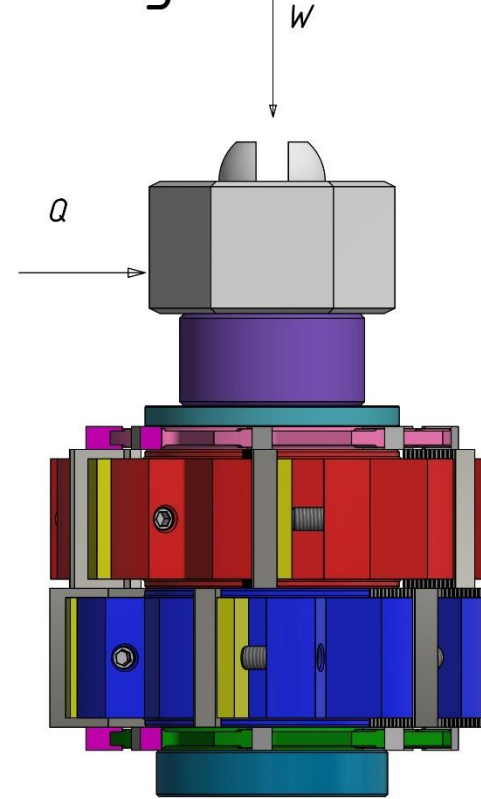
$$m_K = 7.8 \cdot 10^{-6} \cdot a_K \cdot B_K \cdot l_K$$

$$C_K = \frac{m_K \cdot V_K^2}{r_K}$$

$$Q = \frac{C_K \cdot \cos \varphi_n - f(2 \cdot C_K \cdot \sin \varphi_K + C_n \cdot \sin \varphi_n)}{2 \cdot f \cdot \cos \theta}$$

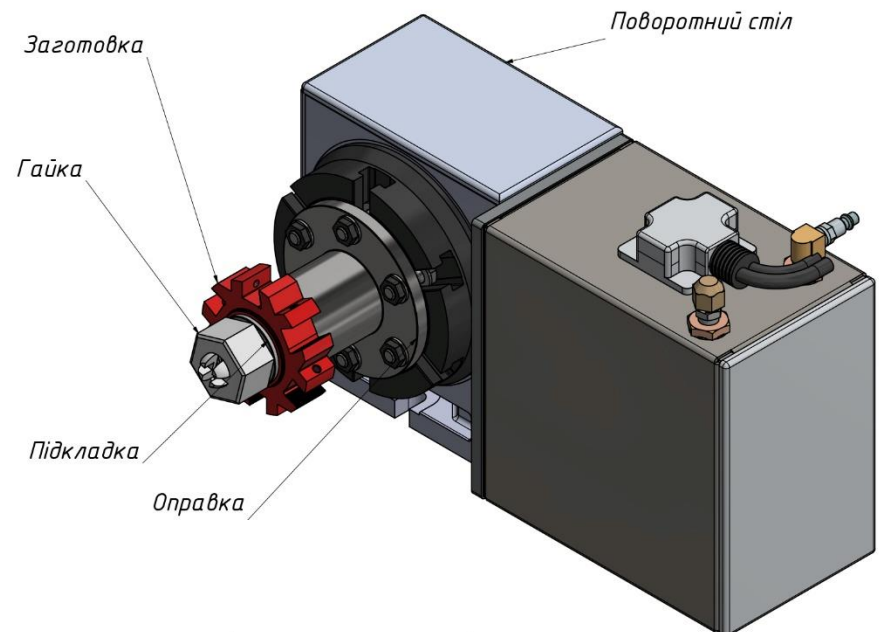
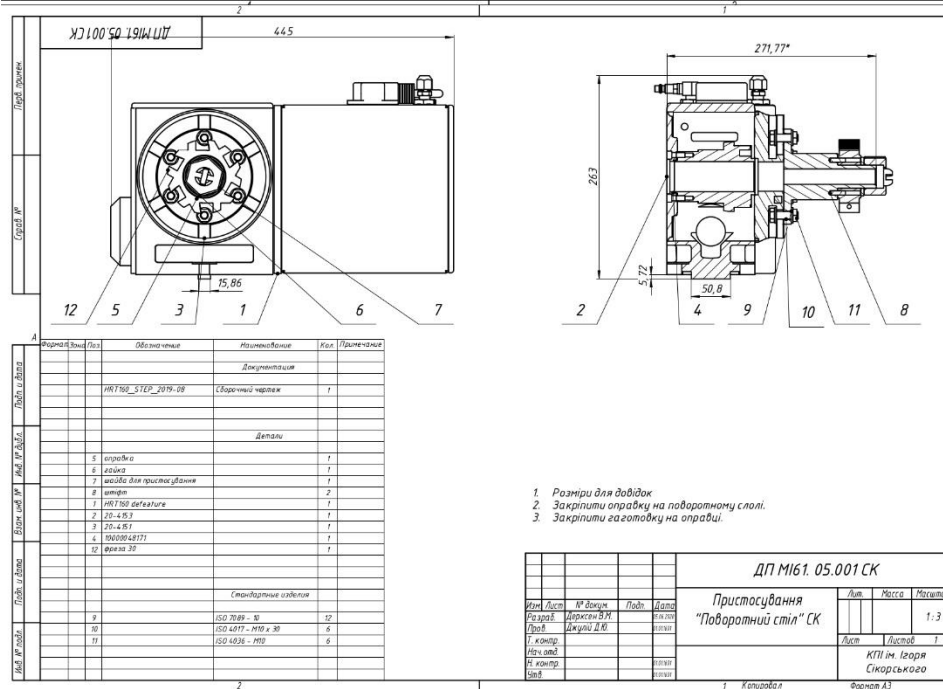
$$d_{cp} = \frac{Q \cdot \tan(\beta + \rho)}{2 \cdot T \cdot l}, \text{ мм}$$

	$V, \text{ м/с}$	$m, \text{ кг}$	$C, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$Q, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Клин	13,06	0.025	0.104	1,56
Пластина	13,37	0.016	0.068	

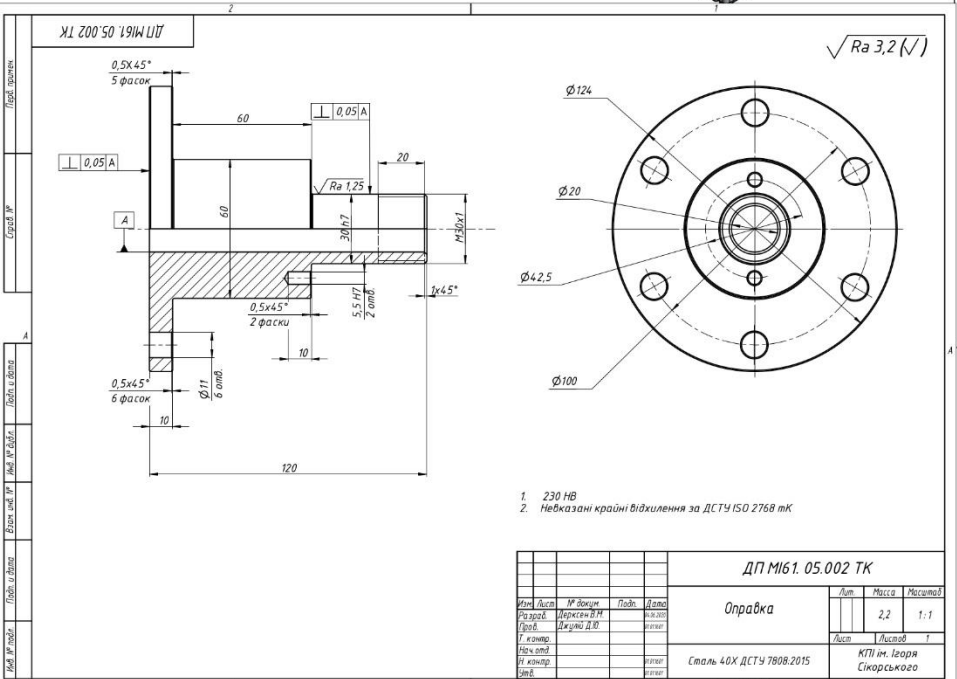
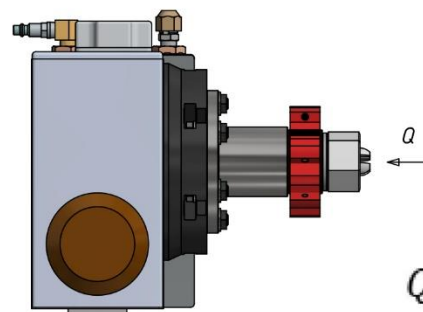


$$W = \frac{Ql}{21 \cdot \tan(\varphi + \alpha) + 0.88f \frac{D_3^3 - D_5^3}{D_5^2 - D_6^2}}, H$$

$$W = \frac{15 \cdot 275}{21 \cdot \tan(6 + 3) + 0.88 \cdot 0.18 \frac{54^3 - 30^3}{54^2 - 30^2}} = \frac{4125}{3.326 + 10.25} = 304 \text{ Н}$$

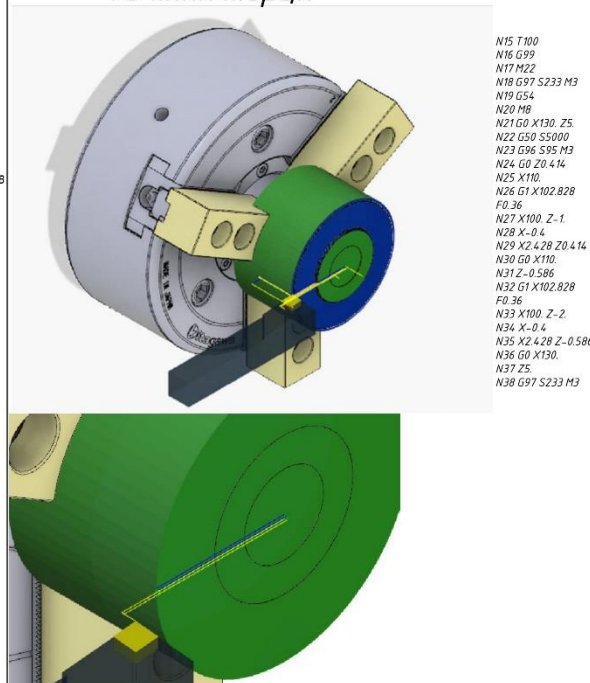


Розрахунок сил затиску гайки

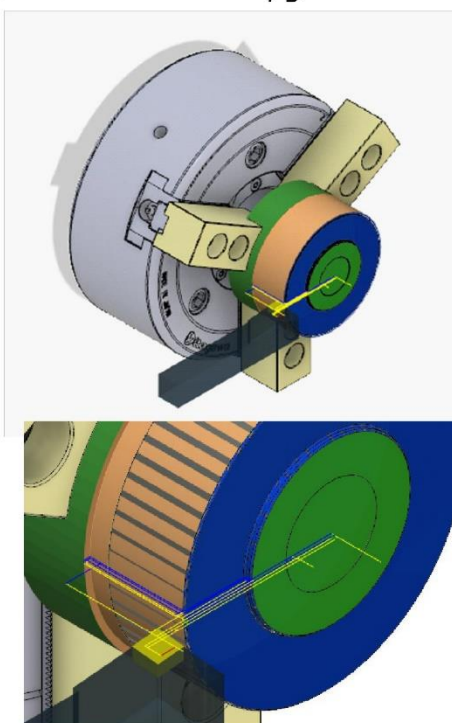


Технологічна операція оброблення на токарному верстаті зЧПК

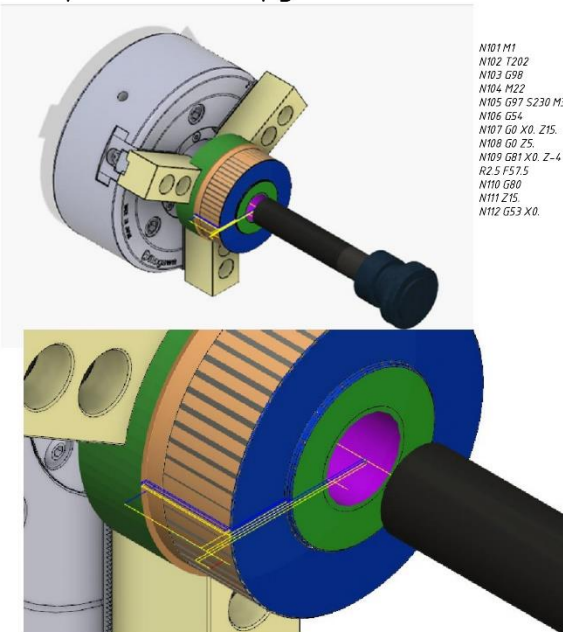
Точіння торця



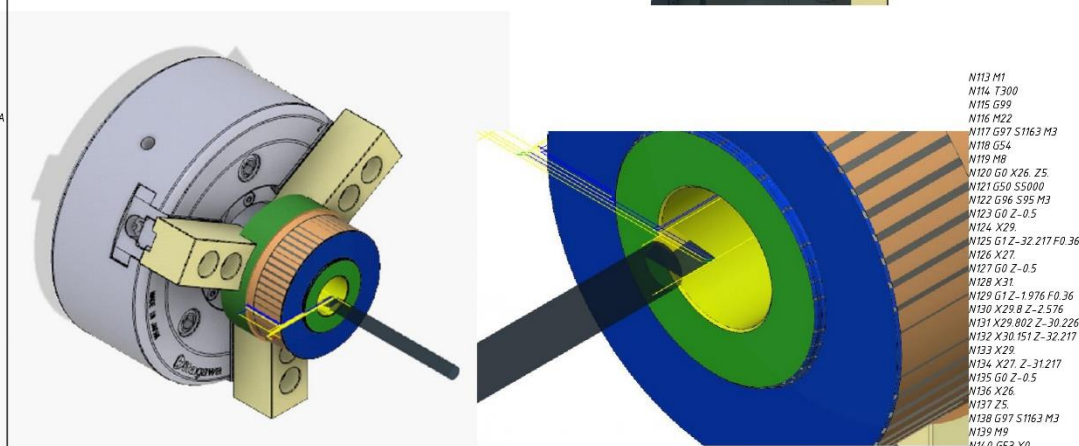
Точіння торця і проточка по діаметру



Свердління отвору



Розточення отвору



Відрізання заготовки

